



PERÚ

Ministerio del  
Ambiente

Servicio Nacional de  
Meteorología e Hidrología  
del Perú - SENAMHI

Dirección General de  
Agrometeorología



# CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA

Setiembre 2015  
Lima-Perú



**PERÚ**

Ministerio  
del Ambiente

Servicio Nacional de  
Meteorología e Hidrología  
del Perú - SENAMHI

Dirección  
de Agrometeorología  
Aplicada

# CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA

---

**AMELIA DÍAZ PABLÓ**

Presidenta Ejecutiva del SENAMHI

**ESEQUIEL VILLEGAS PAREDES**

Director Científico

**IRENE TREBEJO VARILLAS**

Directora General de Agrometeorología

**KARIM QUEVEDO CAIÑA**

Directora de Agrometeorología Aplicada

Equipo técnico

**LUIS ANGEL CRUZADO CUZQUEN**

**MARÍA CABALLERO ESPEJO**

**KARIM QUEVEDO CAIÑA**

**IRENE TREBEJO VARILLAS**

**MANUEL ORTEGA MAMANI**

Esta publicación ha sido elaborada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) en el marco del Programa Presupuestal 0089 “Reducción de la Degradación de los Suelos Agrarios”.

---

Derechos Reservados

© Setiembre 2015

Impreso por: Impresos SRL

Dirección: Jr. Quito (Actual Yali) N° 370 - Huancayo - Perú

Primera edición:

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°2015-18597

IMPRESO EN EL PERÚ

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	6
II. GENERALIDADES.....	6
2.1 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO.....	6
2.1.1 Ubicación y división política.....	6
2.1.2 Hidrografía.....	8
2.1.3 Geomorfología.....	12
2.1.4 Fisiografía.....	17
2.1.5 Pisos altitudinales.....	20
2.1.6 Suelos.....	22
2.1.7 Uso actual de las tierras.....	26
2.1.8 Capacidad de uso mayor de las tierras.....	30
2.1.9 Zonas de vida.....	33
2.1.10 Cobertura vegetal.....	38
2.2 ESTRUCTURA AGRARIA.....	41
2.3 PRODUCCIÓN AGROPECUARIA.....	47
2.3.1 Sector agrícola.....	47
2.3.2 Sector pecuario.....	57
2.4 CULTIVOS PRIORIZADOS.....	58
III. OBJETIVOS.....	58
3.1 Objetivo general.....	58
3.2 Objetivos específicos.....	59
IV. METODOLOGÍA.....	59
4.1 BASE DE DATOS.....	59
4.1.1 Climática.....	59
4.1.2 Agrícola.....	63
4.2 EVALUACIÓN DE LOS CULTIVOS.....	63
4.3 EVALUACIÓN AGROCLIMÁTICA.....	64
4.4 PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA E IMPACTO EN LOS CULTIVOS.....	69
V. CARACTERIZACIÓN AGRÍCOLA DE LOS CULTIVOS PRIORIZADOS.....	69
5.1 REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS, EDÁFICOS Y DE PAISAJE.....	69
5.1.1 Arveja.....	70
5.1.2 Cebada grano.....	72
5.1.3 Haba.....	75

5.1.4 Maíz amiláceo.....	77
5.1.5 Papa mejorada.....	79
5.1.6 Papa nativa.....	82
5.1.7 Trigo.....	85
5.2 FENOLOGÍA.....	87
5.3 CALENDARIO HISTÓRICO DE LAS SIEMBRAS Y COSECHAS.....	93
5.3.1 Arveja.....	93
5.3.2 Cebada grano.....	94
5.3.3 Haba.....	95
5.3.4 Maíz amiláceo.....	97
5.3.5 Papa.....	98
5.3.6 Trigo.....	100
VI. COMPORTAMIENTO Y EVALUACIÓN DEL CLIMA DURANTE LA CAMPAÑA	
AGRÍCOLA.....	101
6.1 TEMPERATURA DEL AIRE.....	103
6.1.1 Distribución temporal.....	104
6.1.2 Distribución espacial.....	108
6.1.2.1 Temperatura media del aire.....	108
6.1.2.2 Distribución máxima del aire.....	111
6.1.2.3 Temperatura mínima del aire.....	114
6.2 HELADAS METEOROLÓGICAS Y AGRONÓMICAS.....	117
6.2.1 Heladas meteorológicas.....	117
6.2.2 Heladas agronómicas.....	120
6.3 PRECIPITACIÓN.....	126
6.3.1 Inicio del período lluvioso.....	126
6.3.2 Distribución temporal.....	127
6.3.3 Distribución espacial.....	132
6.4 SEQUÍAS AGRÍCOLAS.....	135
6.5 EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL.....	138
6.5.1 Distribución temporal.....	138
6.5.2 Distribución espacial.....	139
6.6 HUMEDAD RELATIVA.....	143
6.7 VIENTO.....	147
6.7.1 Distribución temporal.....	147
6.8 BALANCE HÍDRICO AGRÍCOLA.....	153
6.8.1 Cultivo de arveja.....	153



6.8.2 Cultivo de cebada grano.....	155
6.8.3 Cultivo de haba.....	155
6.8.4 Cultivo de maíz amiláceo.....	158
6.8.5 Cultivo de papa.....	158
6.8.6 Cultivo de trigo.....	161
VII. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA E IMPACTO EN LOS CULTIVOS.....	162
7.1 Percepción de la ocurrencia de los eventos climáticos extremos.....	162
7.2 Percepción del impacto de los eventos climáticos extremos en los cultivos.....	164
7.3 Percepción sobre variedades de cultivos adaptados a la variabilidad climática.....	168
7.4 Percepción sobre las instituciones que orientan o apoyan en caso de ocurrencia de daños por los eventos climáticos extremos.....	169
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	170

## **CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA**

### **I. INTRODUCCIÓN**

El clima es uno de los factores que más influye en la adaptación, distribución y productividad de muchos cultivos. Los diferentes procesos fisiológicos que presentan las plantas tienen mucha relación con el comportamiento de los diferentes parámetros climáticos, cuyos valores óptimos garantizan la mayor expresión genética de la planta.

El conocimiento del comportamiento climático para la producción agrícola resulta fundamental, especialmente para la agricultura de secano, dado que se trata de un factor no controlable desde un punto de vista práctico. No obstante, el saber cómo se presentan las condiciones climáticas a través del tiempo permite tomar decisiones sobre la selección de los cultivos que se puedan adaptar con mayor éxito o menor riesgo a un área determinada, así como las épocas más favorables para realizar las diferentes labores agrícolas.

En este contexto y en el marco del Plan Operativo Institucional del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI se realiza la Caracterización Agroclimática del Departamento de Huancavelica, con la finalidad de evaluar y determinar el comportamiento de los principales parámetros climáticos, la disponibilidad de agua y la interrelación de éstos con el crecimiento y desarrollo de los cultivos priorizados. Para tal fin se utilizó información climática histórica del SENAMHI, información de estudios y diagnósticos del Gobierno Regional de Huancavelica generados durante la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) del Departamento e información de estadísticas agrarias del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Se emplearon índices agroclimáticos, softwares y aplicativos para tal efecto.

Los resultados del presente estudio se constituyen como herramientas técnicas de información para la toma de decisiones por parte de actores y usuarios, como son las autoridades regionales y locales, planificadores, profesionales, técnicos y productores vinculados con el sector agrícola.

### **II. GENERALIDADES**

#### **2.1 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

##### **2.1.1 Ubicación y división política**

El área de estudio corresponde al Departamento de Huancavelica, situado en la Sierra Central del país, entre la Cordillera Occidental y Oriental de los Andes. Geográficamente se ubica entre los paralelos 11°59'10" y 14°07'43" de latitud sur y los meridianos 74°16'15" y 75°48'55" de longitud oeste (INEI, 2011).

Limita por el norte con el Departamento de Junín; por el sur con los Departamentos de Ica y Ayacucho; por el oeste con los Departamentos de Ica y Lima; y por el este con el Departamento de Ayacucho (Mapa 1).

Mapa 1. Ubicación y división política del Departamento de Huancavelica



Fuente: Elaboración propia

Huancavelica fue creado por Ley el 26 de abril de 1822 (INEI, 2013). Presenta una extensión de 22 131,47 km<sup>2</sup>, ocupando el 1,72% del total del territorio nacional (INEI, 2011). La Provincia de Huaytará ocupa el 29,1% del territorio; mientras que la Provincia de Acobamba solo representa el 4,2 % de la superficie total (Tabla 1).

Tabla 1. Superficie y población en las provincias del Departamento de Huancavelica

Provincias	Superficie		Número de distritos	Población (Hab.)	
	Km <sup>2</sup>	%		Urbana	Rural
Acobamba	910,82	4,2	8	19 345	44 447
Angaraes	1959,03	8,8	12	16 086	39 618
Castrovirreyna	3984,62	18,0	13	6128	13 372
Churcampa	1072,39	5,7	11	10 183	34 720
Huancavelica	4021,66	19,0	19	59 851	82 872
Huaytará	6458,39	29,1	16	6752	16 522
Tayacaja	3724,56	15,2	16	25 677	79224
Total departamental	22 131,47	100,0	95	144 022	310 775

Fuente: INEI (2011), INEI (2014). Elaboración propia

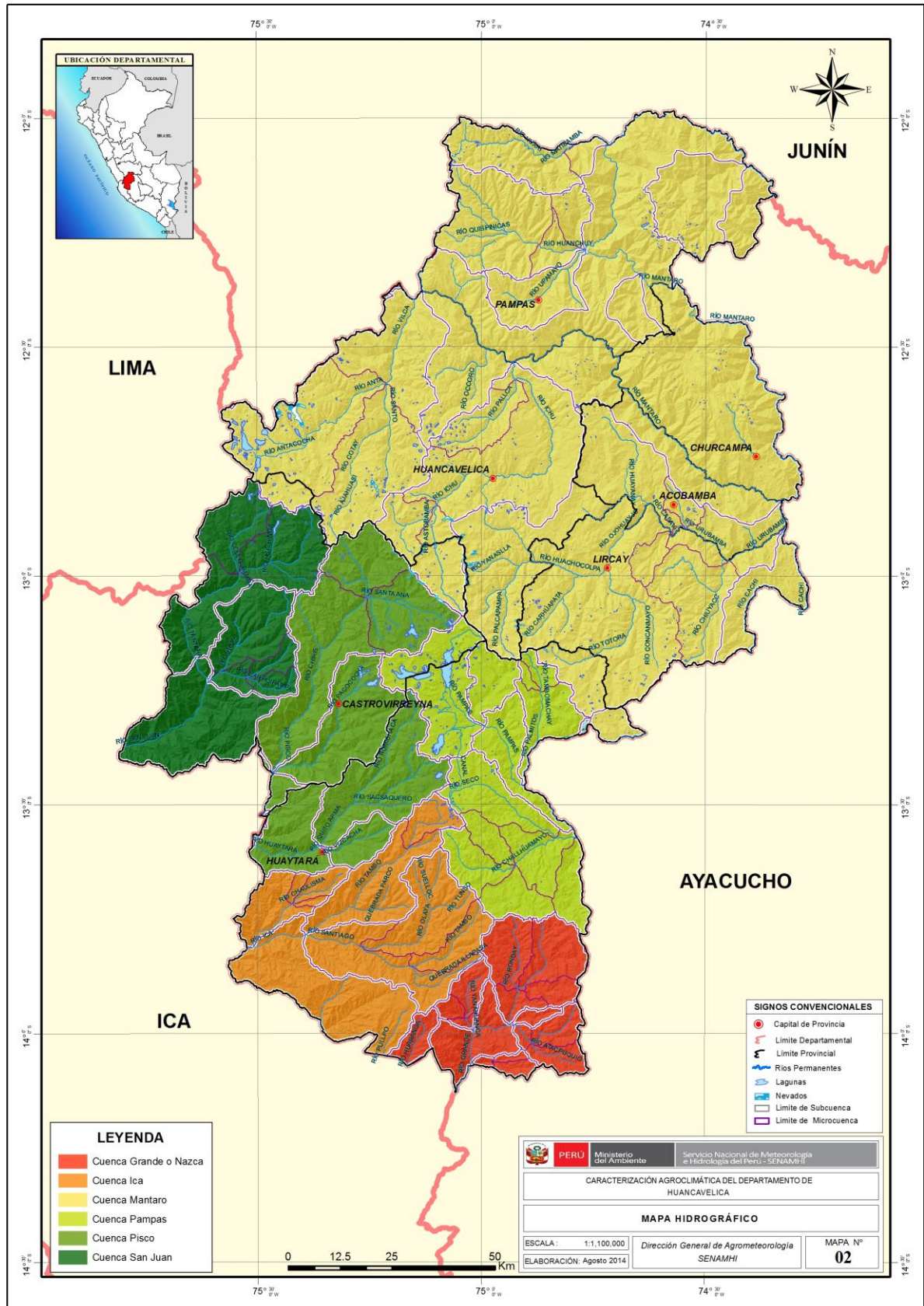
### 2.1.2 Hidrografía

La Zonificación Económica y Ecológica (ZEE), ejecutada por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GRRN-GA) del Gobierno Regional de Huancavelica, indica que el área de estudio se encuentra dentro de 6 cuencas hidrográficas: Mantaro y Pampas, pertenecientes a la vertiente del Atlántico; San Juan, Pisco, Ica y Grande o Nazca, pertenecientes a la vertiente del Pacífico. La cuenca del río Mantaro cubre aproximadamente el 50% de la superficie departamental (SIAR, 2014a).

En el territorio cada cuenca hidrográfica presenta subcuencas y microcuencas donde se localizan ríos y quebradas que discurren sus aguas por todo el Departamento, así como lagunas, puquiales y manantiales (Mapa 2).



Mapa 2. Hidrografía del Departamento de Huancavelica



Fuente: ZEE-Huancavelica (2014). Elaboración propia

Los ríos se originan en los deshielos de los nevados (Chonta, Citaq, entre otros) y en las lagunas altoandinas. En las provincias de Castrovirreyna y Huaytará se localizan lagunas de gran capacidad de almacenamiento de agua, como Choclococha, Orcococha, San Francisco y Pacococha; cuyo recurso hídrico se utiliza para el consumo (humano y animal), la producción agrícola y la generación de energía (Fotografías 1a y 1b).

Fotografía 1. Lagunas de las cuencas hidrográficas del Departamento de Huancavelica



Los principales ríos del área de estudio, perteneciente a la vertiente del Pacífico son: Pisco, Ica, San Juan y Grande o Nazca. Estos ríos muestran un recorrido continuo desde las nacientes de la cordillera occidental andina hasta el enlace con la costa y discurren por los materiales volcánicos y sedimentarios jóvenes, presentes en sus cuencas. Las cabeceras de estas cuencas reciben sus aguas de los nevados residuales de la cordillera y las lagunas.

La vertiente del Atlántico está mayormente ocupada por el río Mantaro y sus tributarios. Algunos afluentes de la margen derecha del Mantaro, como los ríos Urubamba e Ichu, recorren en sus nacientes materiales volcánicos y sedimentarios. Hacia la parte noroccidental, las altas plataformas calcáreas condicionan el drenaje de los ríos Anta y San Antonio, ambos afluentes de los ríos Vilca e Ichu (Fotografías 2a al 2f).

El Mantaro discurre paralelo a la Cordillera Oriental Andina, en dirección noroeste-sureste, hasta un punto, en que producto de la erosión ocasionada por sus aguas, donde debilitó el relieve y logró atravesar la cadena montañosa; posteriormente vuelve a recorrer en forma paralela la cordillera hasta dirigirse hacia la selva. Este recorrido forma una suerte de península rectangular que se va desgastando por la acción de los cortos pero efectivos tributarios del Mantaro, como son los ríos Putaja, Tinte, Tocas, entre otros (Huamán, 2012).



Fotografía 2. Ríos de las cuencas hidrográficas del Departamento de Huancavelica

a. Cuenca de Pisco, Río Pisco



Fuente: SENAMHI

b. Cuenca de Pampas, Río Pampas



Fuente: SENAMHI

c. Cuenca del Mantaro, Río Mantaro



Fuente: SENAMHI

d. Cuenca del Mantaro, Río Ichu



Fuente: SENAMHI

e. Cuenca del Mantaro, Río Lircay



Fuente: SENAMHI

f. Cuenca del Mantaro, Río Huayanay



Fuente: SENAMHI



### 2.1.3 Geomorfología

La geomorfología del área de estudio es la consecuencia de efectos degradatorios físicos, químicos y biológicos, así como por agentes de la meteorización asociados con el levantamiento general de los andes.

La Zonificación Económica y Ecológica (ZEE), ejecutada por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GRRN-GA) del Gobierno Regional de Huancavelica, identifica 5 unidades geomorfológicas en el área de estudio, las cuales son descritas por Paytan (2012).

#### Valles y quebradas

La zona costera se encuentra disectada por valles poco profundos, regularmente amplios y en la mayoría de los casos orientados perpendicularmente a las estribaciones andinas. Esta unidad geomorfológica corresponde a los valles interandinos constituidos por los ríos Mantaro, Ichu, Lircay y sus tributarios que se encuentran distribuidos entre la faja y las estribaciones de la cordillera occidental.

Los valles y quebradas se formaron como consecuencia de la acción erosiva de los cursos de agua que nacen en las partes altas del territorio. Se observan fondos de valle con desniveles de hasta 1000 m aproximadamente, en ciertas partes del recorrido, mostrando flancos con pendientes fuertes que están cubiertos por material coluvial de poco transporte, y otros como producto de deslizamientos.

Los valles relativamente profundos y en algunos tramos rectos posiblemente estén controlados por fallas regionales. Las quebradas se encuentran como afluentes de los ríos principales que presentan pequeñas zonas de cultivo (Fotografías 3a y 3b).

Fotografía 3. Valles de la zona costera del Departamento de Huancavelica



## Laderas

Esta unidad comprende los declives inmediatos al relieve cordillerano y constituye los flancos de los diferentes valles, caracterizados por presentar pendientes diversas del terreno que generalmente oscilan entre 40° y 60°. Son los relieves de altitudes comprendidas entre 2300 msnm y 4000 msnm que presentan pendientes moderadas y pronunciadas que ascienden gradualmente hacia las superficies altas; esta unidad constituye algunos flancos de los diferentes valles.

Las laderas en los valles formados por los ríos Ichu y Lircay tienen cambios bruscos de las pendientes, originando laderas empinadas y presentando en partes saltos pronunciados (Fotografías 4a al 4d).

Fotografía 4. Laderas de la zona altoandina del Departamento de Huancavelica

<p>a. Distrito de Acostambo</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>	<p>b. Distrito de Huando</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>
<p>c. Distrito de Anchonga</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>	<p>d. Distrito de Acobamba</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>

### Cabecera de valle

Se caracteriza por presentar una morfología bastante agreste, incidida por una red de drenaje dendrítica con numerosas quebradas de corto recorrido. Esta unidad la conforma una cadena de cerros escarpados cuyas cotas sobrepasan generalmente los 4800 m de altitud, llegando en algunos casos a más de 5000 msnm, como el nevado Portugueseza y los cerros Huajancalla, Riquillacasa, Yanachoco, Yahuarcocha y Huajancalla.

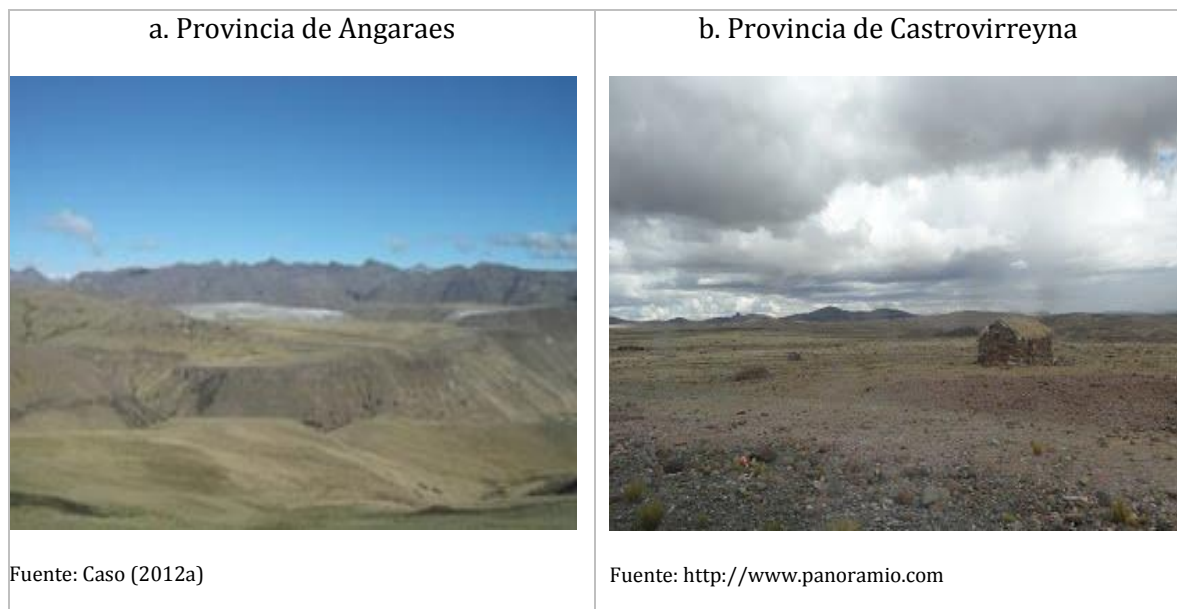
Esta unidad se encuentra modelada sobre secuencias volcánicas cuya morfología está íntimamente relacionada a estructuras volcánicas, como derrames, mesetas, domos, espinas y estructuras circulares.

### Altiplanicies

Son superficies planas a onduladas que se hallan en escasa proporción en la parte alta del Departamento, generalmente entre 3800 msnm y 4800 msnm. En la zona suroccidental de la provincia de Castrovirreyna, las altiplanicies están constituidas por emisiones volcánicas del terciario superior, las cuales han generado un conjunto de superficies estructurales. La morfología es la de pequeñas llanuras con suaves inclinaciones (pendientes del terreno entre 0° y 10°).

Las altiplanicies se encuentran cubiertas por una vegetación de gramíneas, que resulta una defensa muy eficaz contra la erosión (Fotografías 5a y 5b).

Fotografía 5. Mesetas ubicadas en las alturas del Departamento de Huancavelica



### Fondos de valle

Son formas de tierra alargadas que se ubican en terrenos adyacentes a los cursos de agua que han incisionado más profundamente sobre el terreno. Su topografía es predominantemente



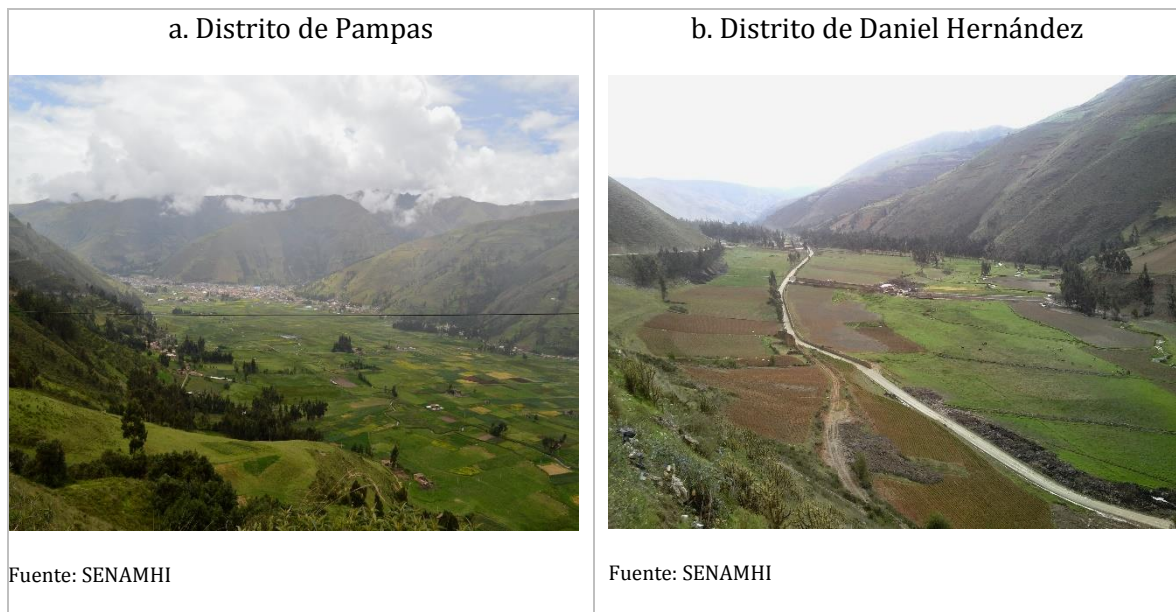
plana y a veces algo inclinada ( $0^{\circ}$  a  $5^{\circ}$  de pendiente) en franjas que no presentan más de un kilómetro de anchura.

Los fondos de valle se originan por la disección del relieve andino como consecuencia del levantamiento plio-pleistocénico, sin embargo, hay muchas diferencias entre ellos. La más sustancial es la que se refiere al tipo de agentes que los han modelado.

En términos generales, se puede decir que casi todos los fondos de valle que se encuentran por encima de los 4000 msnm han sido modelados por lenguas de hielo provenientes de los avances glaciales de los períodos fríos del cuaternario. Se caracterizan por ser relativamente anchos y planos, por los que discurren sinuosamente pequeños riachuelos incapaces de transportar los sedimentos acumulados con anterioridad.

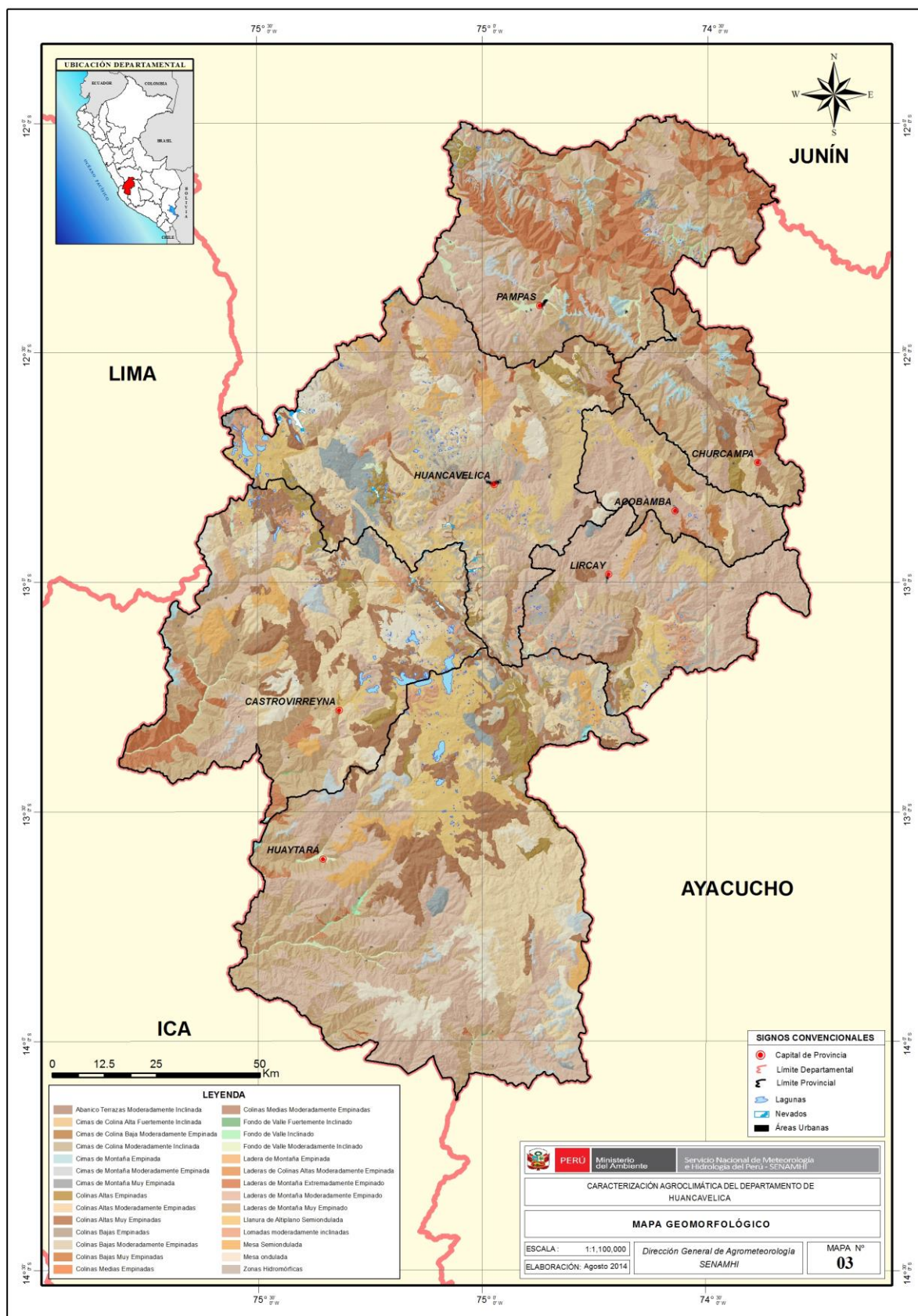
Los fondos de valle ubicados por debajo de los 3800 msnm no han sido nunca invadidos por masas de hielo y su morfología es diferente. Son generalmente más estrechos y en ellos se encuentran distintos niveles de terrazas fluviales (Fotografías 6a y 6b).

Fotografía 6. Fondos de valle localizados en el Departamento de Huancavelica



El Mapa 3 muestra la distribución espacial de las unidades geomorfológicas identificadas en el Departamento de Huancavelica.

Mapa 3. Geomorfología del Departamento de Huancavelica



Fuente: ZEE-Huancavelica (2014). Elaboración propia

### 2.1.4 Fisiografía

La Zonificación Económica y Ecológica (ZEE), ejecutada por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GRRN-GA) del Gobierno Regional de Huancavelica, señala que el área de estudio está formado fisiográficamente por tres grandes provincias fisiográficas: la cordillera de los Andes, la cuenca de sedimentación del Pacífico y la cuenca de sedimentación del Amazonas (SIAR, 2014b).

Las unidades fisiográficas son muy variadas, principalmente debido a la interacción de los diferentes procesos orogénicos y epirogénicos, ocurridos en épocas pasadas, pudiendo identificarse en su actual configuración los siguientes grandes paisajes: llanura aluvial, lacustre, montañoso y colinoso (Caso, 2012a).

#### Cordillera de los Andes

En la cordillera se aprecian formas del terreno abruptas, originadas por el plegamiento de la corteza terrestre al chocar con la placa de Nazca, la cual hizo que la placa tectónica sudamericana se levante por efecto de subducción.

La cordillera de los Andes se divide en dos subprovincias fisiográficas: cordillera occidental y cordillera oriental. El punto de subdivisión ocurre en las planicies antiguas formadas por el río Mantaro, por medio del cual se diferencian las altas montañas del oeste con el paisaje colinoso del este (Caso, 2012a). Este paisaje colinoso se torna más escarpado conforme se llega a las formaciones de selva alta, límite con la cuenca de sedimentación del Amazonas.

En la cordillera occidental se aprecia altiplanicies, altiplanos, relieves montañosos, así como relieves montañosos y colinados (Fotografías 7a y 7b). Sin embargo, en la cordillera oriental sólo se observa valles y relieves montañosos y colinados.

Fotografía 7. Laderas de montaña empinadas y muy empinadas en el Departamento de Huancavelica

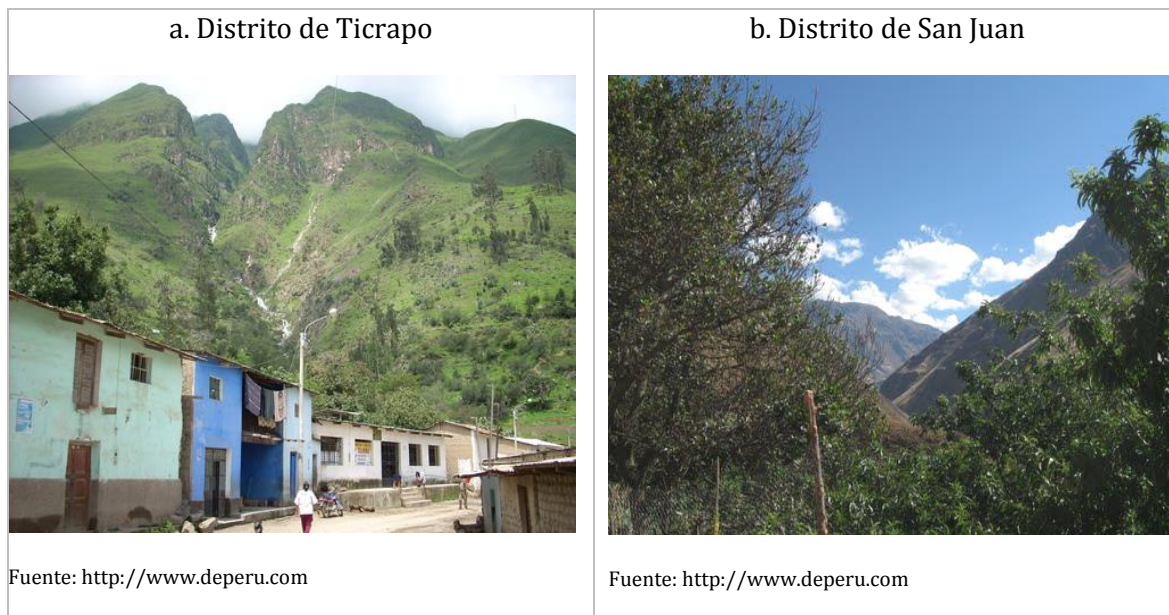




### Megacuenca de sedimentación

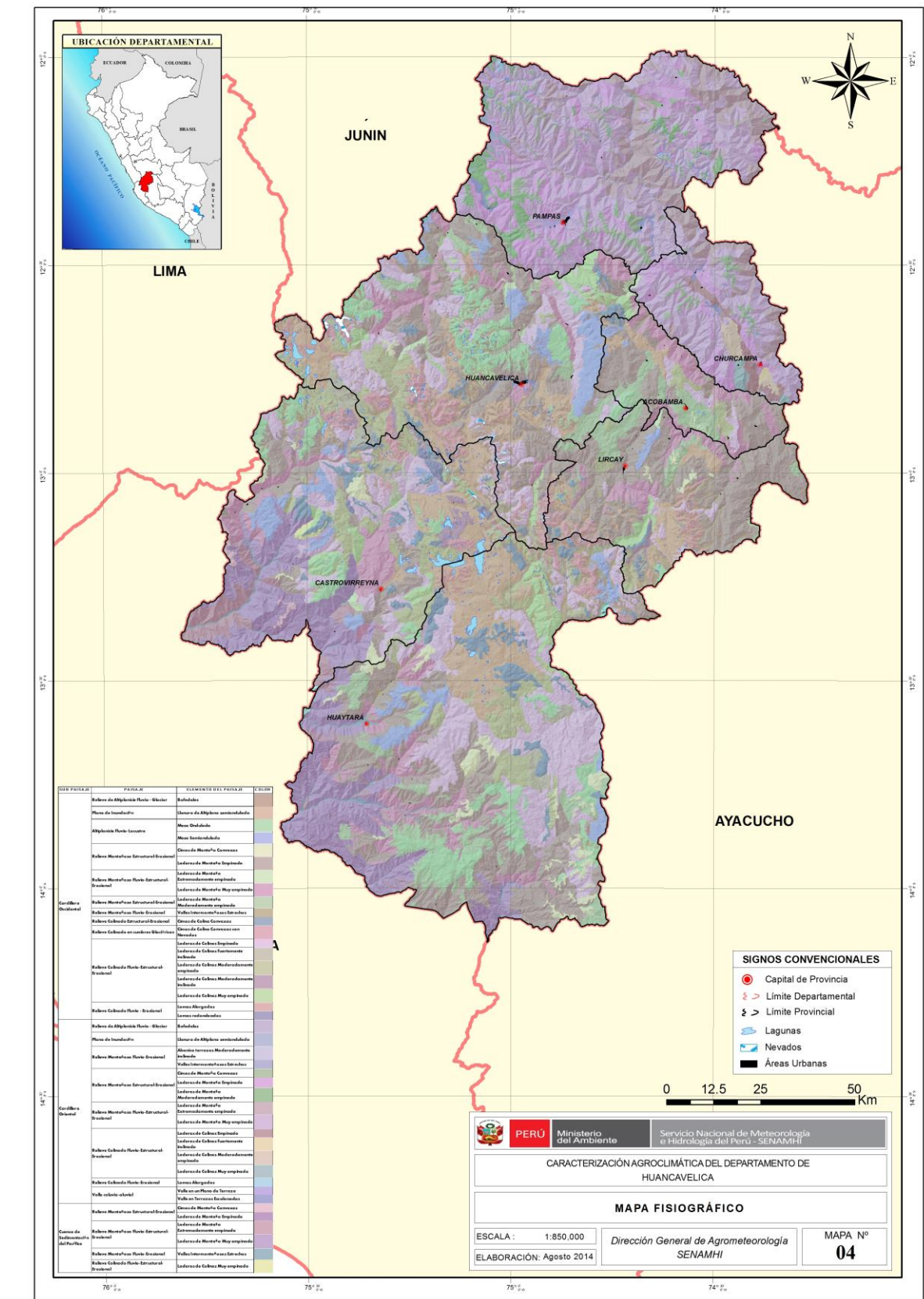
Corresponde al área geográfica de las montañas que pertenecen a la megacuenca de sedimentación. En este lugar se localiza la cuenca de sedimentación del Pacífico, caracterizada por presentar una red hídrica que desemboca en el océano Pacífico y que presenta relieves montañosos y colinados (Fotografías 8a y 8b).

Fotografía 8. Laderas de montaña muy empinadas en el Departamento de Huancavelica



El Mapa 4 muestra la distribución espacial de las unidades fisiográficas identificadas en el Departamento de Huancavelica. La categoría de cada unidad fisiográfica considera lo siguiente: provincia fisiográfica, subprovincia fisiográfica, paisaje, subpaisaje y elementos del paisaje.





### **2.1.5 Pisos altitudinales**

La Zonificación Económica y Ecológica (ZEE), ejecutada por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GRRN-GA) del Gobierno Regional de Huancavelica, indica que el área de estudio presenta 7 pisos altitudinales, los cuales son descritos por Clemente (2012).

#### **Yunga marítima**

Los pequeños sectores que constituyen este piso altitudinal se abren paso siguiendo los tramos más bajos de los ríos San Juan, Pisco e Ica. El calor y la falta de precipitaciones durante todo el año hacen que el territorio se muestre duro y desolado a lo largo de sus laderas y quebradas. En este piso altitudinal se ubican los distritos de Huaytará, Ticrapo, Capillas, entre otros.

#### **Yunga Fluvial**

Se localiza entre los 1000 msnm a 2300 msnm, en los profundos valles del Mantaro y sus afluentes en la parte nororiental. En este piso altitudinal se localizan principalmente los distritos de Salcahuasi y Colcabamba.

#### **Quechua**

Se encuentra entre los 2300 msnm a 3500 msnm extendiéndose por todas las laderas medias de los valles del Mantaro y los ríos que desembocan en el Pacífico. En este piso altitudinal se localizan los distritos de Huaribamba, Chincho, San Miguel de Mayoc, entre otros.

#### **Suni**

Es un piso altitudinal frío ubicado entre los 3500 msnm a 4000 msnm sobre las escarpadas laderas altas donde los ríos comienzan sus descensos violentos. Este piso altitudinal es el más extenso del Departamento de Huancavelica y donde se localizan principalmente los distritos de Laramarca, Querco, Anchonga, Anta, Acobamba, Pazos.

#### **Puna**

Se ubica entre los 4000 msnm a 4800 msnm. En este piso altitudinal se encuentran los distritos de Acobambilla, Nuevo Occoro, Huancavelica, Santa Ana, Huachocolpa, Ascensión, Pilpichaca, Castrovirreyna, entre otros.

#### **Janca o Cordillera**

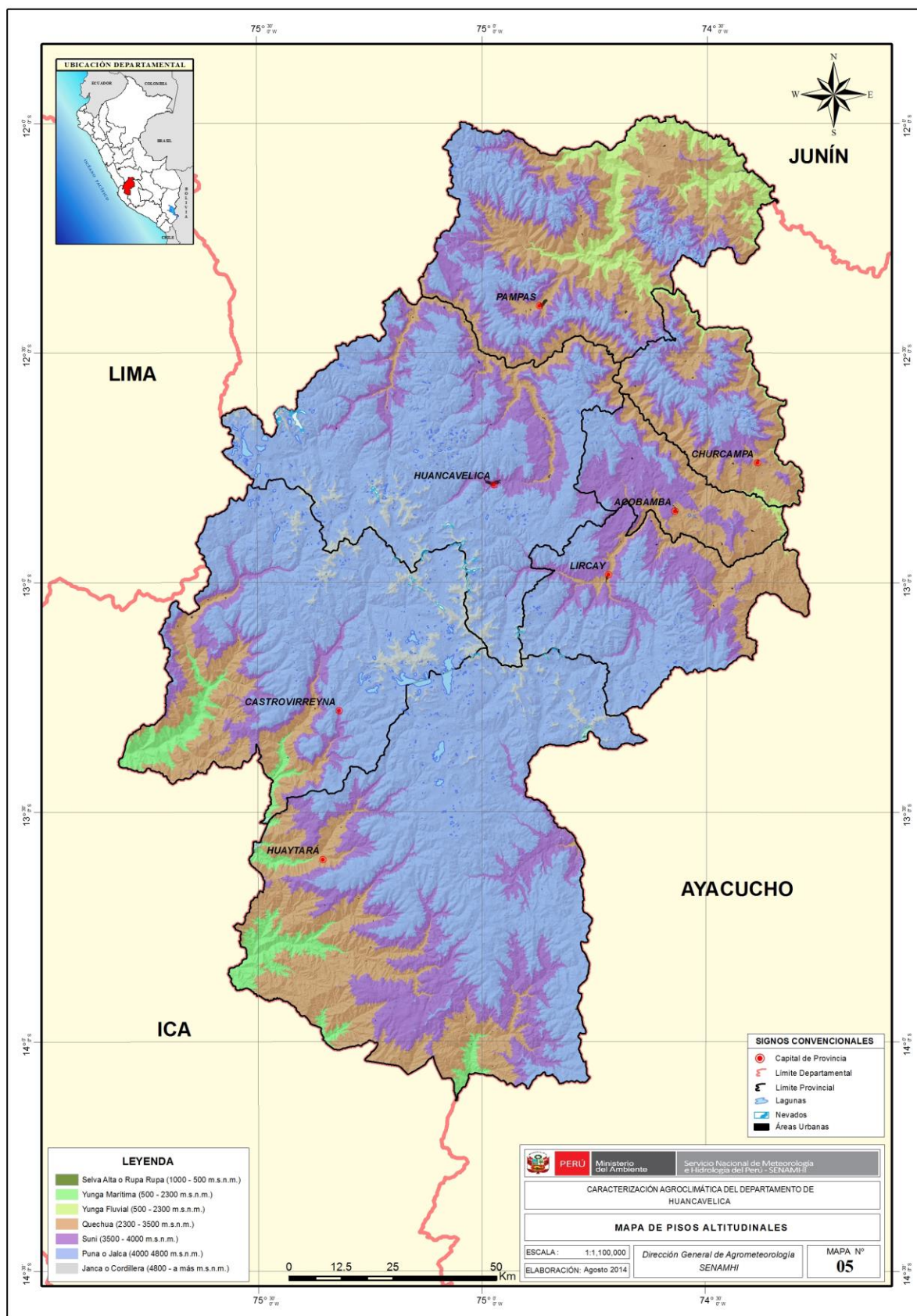
Se encuentra sobre los 4800 msnm. Los principales distritos que se localizan en este piso altitudinal son: Ascensión, Santa Ana, y Huachocolpa.

#### **Selva Alta o Rupa-Rupa**

Es un piso altitudinal cálido y húmedo localizado entre los 400 msnm a 1000 msnm. En este piso altitudinal se encuentran los distritos de Tintay Puncu, Huachocolpa, entre otros.

La distribución espacial de los diferentes pisos altitudinales identificados en el Departamento de Huancavelica se presenta en el Mapa 5.

Mapa 5. Pisos altitudinales identificados en el Departamento de Huancavelica



Fuente: ZEE-Huancavelica (2014). Elaboración propia

### 2.1.6 Suelos

La descripción de los suelos y las unidades taxonómicas identificadas en el Departamento de Huancavelica se realizó teniendo en cuenta las clasificaciones de estudios anteriores como el generado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), las que se han actualizado de acuerdo con las normas y criterios establecidos en el Soil Survey Manual (1993).

La Zonificación Económica y Ecológica (ZEE), ejecutada por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GRRN-GA) del Gobierno Regional de Huancavelica, identifica 5 órdenes y 14 grandes grupos de suelos que constituyen en total 23 series de suelos (Tabla 2), los cuales son clasificados por Caso (2012b).

Tabla 2. Clasificación taxonómica de los suelos en el Departamento de Huancavelica

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Serie
Aridisoles	Durids	Haplodurids	Vitrantic Haplodurids	Mayocc
Entisoles	Fluvents	Torrifluvents	Typic Torrifluvents	Lucanas
	Psamments	Torripsamments	Lithic Torripsamments	Ticrapo
		Quartzipsamments	Lithic Quartzipsamments	Ayamarca
	Orthents	Cryorthents	Lithic Cryorthents	Castrovirreyna, Córdova, Santa Ana, Ancos
		Ustorthents	Lithic Ustorthents	Acobamba, San Juan
		Udorthens	Lithic Udorthens	San Isidro
			Lithic Udorthens	Tintay Puncu
	Histosoles	Hemists	Cryohemists	Typic Cryohemists
Fibrists		Cryofibrists	Lithic Cryofibrists	Choclococha
Saprists		Haplosaprists	Lithic Haplosaprists	Colcabamba
		Cryosaprists	Typic Cryiosaprists	Yurac Yacu
Inceptisoles	Udepts	Dystrudepts	Lithic Dystrudepts	Chirumpiari, Buena Gana
	Ustepts		Typic Dystrustepts	Colpa
			Humic Dystrustepts	Huachocolpa
			Typic Dystrustepts	Huaribamba
		Haplustepts	Typic Haplustepts	Ichupata
Mollisoles	Udolls	Hapludolls	Pachic Hapludolls	Pampas

Fuente: Caso (2012b). Elaboración propia

El Departamento de Huancavelica presenta suelos poco desarrollados o incipientes como los Entisoles e Inceptisoles, que son los más predominantes. Los Molisoles se localizan en la zona altoandina del Departamento.



Los suelos presentan incipiente desarrollo edafogénico, expresado por un horizonte de diagnóstico superficial con acumulación variada de materia orgánica, el cual genera un color relativamente oscuro, a excepción de los suelos de origen orgánico desarrollados en bofedales, en este caso los Histosoles (Caso, 2012b).

Las series de suelos identificadas en el Departamento de Huancavelica se diferencian por las propiedades físicas y químicas que presentan los distintos horizontes dentro del perfil de suelo (Tabla 3).

Tabla 3. Características físicas y químicas de las series de suelos identificadas en el Departamento de Huancavelica

Serie	Características físicas	Características químicas
Mayocc	Sin desarrollo genético, color rojo a pardo, textura franco a franco arenoso, drenaje algo excesivo.	Reacción moderadamente alcalina (pH=8,09), contenido bajo de fósforo y medio de potasio, CIC de 14,4 a 23,04 meq/100 g, alta saturación de bases.
Lucanas	Sin desarrollo genético, color rojizo a gris oscuro, textura franco arenoso a franco, drenaje imperfecto.	Reacción neutra (pH= 6,2), contenido bajo de fósforo y alto de potasio, CIC de 20,8 a 22,72 meq/100 g, alta saturación de bases.
Ticapro	Sin desarrollo genético, color rojizo débil a marrón rojizo, textura franco arenoso a franco, drenaje pobre.	Reacción ligeramente alcalina (pH= 7,41), contenido bajo de fósforo y medio de potasio, CIC de 12,17 a 21,12 meq/100 g, moderada saturación de bases.
Ayamarca	Sin desarrollo genético, color marrón rojizo a marrón rojizo, textura franco arenoso a franco, drenaje moderado.	Reacción ligeramente alcalina (pH= 7,53), contenido bajo de fósforo y bajo de potasio, CIC de 10,4 a 13,76 meq/100 g, moderada saturación de bases.
Castrovirreyna	Sin desarrollo genético, color gris rojizo a marrón rojizo, textura franco arenoso, drenaje imperfecto.	Reacción fuertemente ácida (pH= 5,19), contenido medio de fósforo y bajo de potasio, CIC de 11,2 a 22,4 meq/100 g, baja saturación de bases.
Córdova	Sin desarrollo genético, color marrón rojizo a rojo oscuro, textura franco, drenaje moderado.	Reacción ligeramente ácida (pH= 6,31), contenido bajo de fósforo y medio de potasio, CIC de 37,44 a 43,2 meq/100 g, alta saturación de bases.
Santa Ana	Sin desarrollo genético, color gris rojizo a marrón oscuro, textura franco arenoso, drenaje imperfecto.	Reacción fuertemente ácida (pH= 5,19), contenido medio de fósforo y bajo de potasio, CIC de 11,2 a 22,4 meq/100 g, baja saturación de bases.
Ancos	Sin desarrollo genético, color pardo amarillento a pardo grisáceo, textura franco arenoso a franco limoso, drenaje moderado.	Reacción ligeramente alcalina (pH= 7,24), contenido alto de fósforo y alto de potasio, CIC de 16,48 meq/100 g, alta saturación de bases.
Acobamba	Sin desarrollo genético, color gris rojizo a marrón rojizo, textura franco arenoso, drenaje imperfecto.	Reacción ligeramente alcalina (pH=7,03), contenido bajo de fósforo y alto de potasio, CIC de 16,8 a 25,6 meq/100 g, alta saturación de bases.
San Juan	Sin desarrollo genético, color gris rojizo a marrón rojizo, textura franco arenoso, drenaje imperfecto.	Reacción neutra (pH= 6,84), contenido bajo de fósforo y bajo de potasio, CIC de 13,12 a 17,6 meq/100 g, moderada saturación de bases.
San Isidro	Sin desarrollo genético, color marrón rojizo a marrón, textura franco arcilloso, drenaje bueno.	Reacción ligeramente alcalina (pH= 7,67), contenido bajo de fósforo y medio de potasio, CIC de 20,16 a 21,12 meq/100 g, alta saturación de bases.
Tintay Puncu	Sin desarrollo genético, color rojo a rojo muy oscuro, textura franco arenoso, drenaje moderado.	Reacción fuertemente ácida (pH= 5,41), contenido bajo de fósforo y medio de potasio, CIC de 12 meq/100 g, moderada saturación de bases.

Bofedal	Sin desarrollo genético, color pardo fuerte a amarillo oliva, textura arcilloso franco a franco, drenaje moderado.	Reacción ligeramente ácida (pH= 6,18), contenido bajo de fósforo y medio de potasio, CIC de 6,4 a 16,8 meq/100 g, moderada saturación de bases.
Choclococha	Color gris a marrón rojizo, textura franco arenoso, drenaje imperfecto.	Reacción muy fuertemente ácida (pH= 4,41), contenido medio de fósforo y bajo de potasio, CIC de 12,84 a 23,8 meq/100 g, baja saturación de bases, alto contenido de materia orgánica.
Colcabamba	Sin desarrollo genético, color marrón rojizo, textura franco arenoso arcilloso, drenaje algo excesivo.	Reacción moderadamente ácida (pH= 5,66), contenido medio de fósforo y medio de potasio, CIC de 13,28 a 14,08 meq/100 g, alta saturación de bases.
Yurac Yacu	Sin desarrollo genético, color marrón rojizo, textura arenoso arcilloso a franco, drenaje moderado.	Reacción neutra (pH= 7,24), contenido bajo de fósforo y bajo de potasio, CIC de 21,45 meq/100 g, baja saturación de bases.
Chirumpiari	Sin desarrollo genético, color pardo amarillento a amarillo parduzco, textura franco a franco arcilloso, drenaje moderado.	Reacción extremadamente ácida (pH=4,37), contenido bajo de fósforo y bajo de potasio, CIC de 10,56 meq/100 g, baja saturación de bases.
Buena Gana	Sin desarrollo genético, color marrón rojizo, textura franco arenoso arcilloso, drenaje moderado.	Reacción moderadamente ácida (pH= 5,91), contenido bajo de fósforo y bajo de potasio, CIC de 22,4 meq/100 g, alta saturación de bases.
Colpa	Sin desarrollo genético, color negro, textura franco arenoso, drenaje moderado.	Reacción moderadamente ácida (pH= 5,66), contenido bajo de fósforo y alto de potasio, CIC de 24,32 meq/100 g, alta saturación de bases.
Huachocolpa	Sin desarrollo genético, color marrón rojizo, textura franco arcilloso a franco, drenaje moderado.	Reacción muy fuertemente ácida (pH= 4,31), contenido bajo de fósforo y alto de potasio, CIC de 25,57 a 29,85 meq/100 g, alta saturación de bases.
Huaribamba	Sin desarrollo genético, color pardo grisáceo a rojo débil, textura arcilloso, drenaje imperfecto.	Reacción ligeramente alcalina (pH= 7,66), contenido medio de fósforo y medio de potasio, CIC de 16,64 a 20,65 meq/100 g, alta saturación de bases.
Ichupata	Sin desarrollo genético, color rojo claro a marrón rojizo, textura franco arenoso, drenaje moderado.	Reacción neutra (pH= 6,85), contenido medio de fósforo y medio de potasio, CIC de 18,24 a 24,32 meq/100 g, alta saturación de bases.
Pampas	Sin desarrollo genético, color pardo oscuro a pardo grisáceo, textura arcilloso, drenaje imperfecto.	Reacción neutra (pH= 7,13), contenido alto de fósforo y alto de potasio, CIC de 16 a 17,56 meq/100 g, alta saturación de bases.

Fuente: Caso (2012b). Elaboración propia

La distribución espacial de las unidades de suelos que se encuentran en el Departamento de Huancavelica se presenta en el Mapa 6.

Mapa 6. Taxonomía de las unidades de suelos identificadas en el Departamento de Huancavelica



Fuente: ZEE-Huancavelica (2014). Elaboración propia



### 2.1.7 Uso actual de las tierras

La Zonificación Económica y Ecológica (ZEE), ejecutada por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GRRN-GA) del Gobierno Regional de Huancavelica, identifica 10 categorías de uso actual de las tierras (Tabla 4), las cuales son descritas por Caso y Tovar (2012).

Tabla 4. Características de los usos de la tierra en el Departamento de Huancavelica

Uso actual de las tierras		Características
Categoría	Subcategoría	
Áreas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Constituido por el casco urbano de las capitales provinciales de Huancavelica, Tayacaja, Churcampá, Acobamba, Huaytará, Castrovirreyna y Lircay.
	Tejido urbano discontinuo	Espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Están representadas por centros capitales distritales y los centros poblados más representativos.
Áreas de extracción minera y escombreras	Áreas de extracción minera e hidrocarburos	Áreas dedicadas a la extracción de materiales mineros e hidrocarburos a cielo abierto.
Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos	Áreas donde la principal actividad es la agricultura. Incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño.
Bosques	Bosque denso alto	Conformado por árboles mayores a 20 m de altura, conforma un sotobosque semidenso, con fustes rectos y cilíndricos. Entre las especies más representativas tenemos la cascarilla, la requia blanca, la moena amarilla y el nogal.
	Bosque abierto alto	Representado por árboles de 10 a 20 m de altura, conforma sotobosque semidenso. En la zona andina la especie más representativa es el quinal, y en la ceja de selva es la moena y la reliquia.
Bosques plantados	Plantación forestal	Las especies exóticas más representativas son el eucalipto y el pino, distribuidos en las provincias de Tayacaja, Angaraes, Huancavelica y Acobamba. La especie nativa más común de presenciar es el quinal, mayormente localizado en la provincia de Huaytará.
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Herbazal denso	Cobertura natural constituida principalmente por pajonales y pastos naturales. La especie más representativa es el ichu.
	Herbazal abierto (con afloramiento rocoso)	Cobertura natural constituida principalmente por una comunidad vegetal herbácea, la cual forma una cobertura escasa debido a la presencia de afloramiento rocoso, en áreas con fuertes pendientes.
	Herbazal abierto (con tierras desnudas)	Cobertura constituida por comunidad vegetal herbácea desarrollada dentro de áreas desérticas y erosionadas por causas naturales o antrópicas.
	Arbustal denso	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos. Las especies más representativas son el pulao, la unca, el tarwi, el chachacomo, la tasta y el chilca.
	Arbustal abierto	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos. Las especies más representativas son la chilca y el cactus.

Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Vegetación arbustiva/herbazal	Dispersos en todas las provincias de Tayacaja, Churcampá y Acobamba; y en menor proporción en las provincias de Huancavelica y Angaraes.
	Mosaico de cultivos y arbustos	Áreas donde existe el desarrollo agrícola, con cercos y espacios de arbustos. Se encuentran mayormente localizadas en el distrito de Huachocolpa.
	Mosaico de cultivos y afloramiento rocoso	Terrenos con afloramiento rocoso alrededor de los cultivos. En estos lugares el desarrollo y producción de los cultivos es bajo.
	Mosaico de cultivos y áreas arenosas/herbazal	Comprende áreas de cultivos asociadas con áreas arenosas o herbazales. Se ubican mayormente en la provincia de Huaytará.
	Mosaico de cultivo y herbazal	Áreas de cultivo que están asociadas con áreas desprovistas de vegetación.
	Mosaico de cultivo y tierras desnudas	Áreas de cultivo que están asociadas con un área herbazal. Se caracterizan por tener áreas erosionadas por efecto de las lluvias torrenciales. Estas áreas están ubicadas en mayor proporción en las provincias de Acobamba y Angaraes.
	Mosaico de cultivos y arbusto/herbazal	Áreas de cultivo asociadas con arbustos o herbazales. Están distribuidas en mayor proporción en las provincias de Huancavelica, Angaraes, Churcampá; y en menor proporción en las provincias de Huaytará, Acobamba y Castrovirreyna.
Áreas sin o con poca vegetación	Áreas arenosas naturales	Terrenos bajos y planos constituidos principalmente por suelos arenosos y pedregosos, que se encuentran conformando playas litorales, playas de ríos, bancos de arena de los ríos y campos de dunas. Estas áreas se localizan mayormente en las provincias de Huaytará, Castrovirreyna, Churcampá, Acobamba; y en menor proporción en Angaraes.
	Afloramientos rocosos	Áreas con una superficie constituida por capas de rocas expuestas, sin vegetación y generalmente dispuestas en laderas abruptas formando escarpes y acantilados; así como en zonas de rocas desnudas relacionadas con la actividad volcánica o glaciaria. Se ubican mayormente en las provincias de Huancavelica, Castrovirreyna, Angaraes, Tayacaja y Huaytará.
	Tierras desnudas	Superficie de terreno desprovista de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. Se encuentran distribuidas con mayor proporción en las provincias de Castrovirreyna, Huaytará y Huancavelica.
	Glaciares	Áreas cubiertas por hielo en forma permanente. Se encuentran distribuidas con mayor proporción en las provincias de Huancavelica, Castrovirreyna; y menor proporción en Angaraes y Huaytará.
Áreas húmedas continentales	Bofedales	Áreas bajas de tipo pantanoso y esponjoso cuyo suelo está compuesto principalmente por musgos y materias vegetales descompuestas. Se ubican mayormente, sobre los 3200 msnm, en las provincias de Huancavelica, Castrovirreyna, Huaytará y Angaraes.
Aguas continentales	Ríos	Corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río.
	Lagunas, lagos	En la zona andina hay cuerpos de agua (lagos y lagunas) situados en alta montaña que constituyen las áreas de nacimiento de ríos. En las planicies aluviales se forman cuerpos de agua denominados ciénagas, que están asociados con las áreas de desborde de los grandes ríos.

Fuente: Caso y Díaz (2012). Elaboración propia

Las Fotografías 9a al 9d muestran las diversas categorías de uso actual que presentan las tierras en el Departamento de Huancavelica.

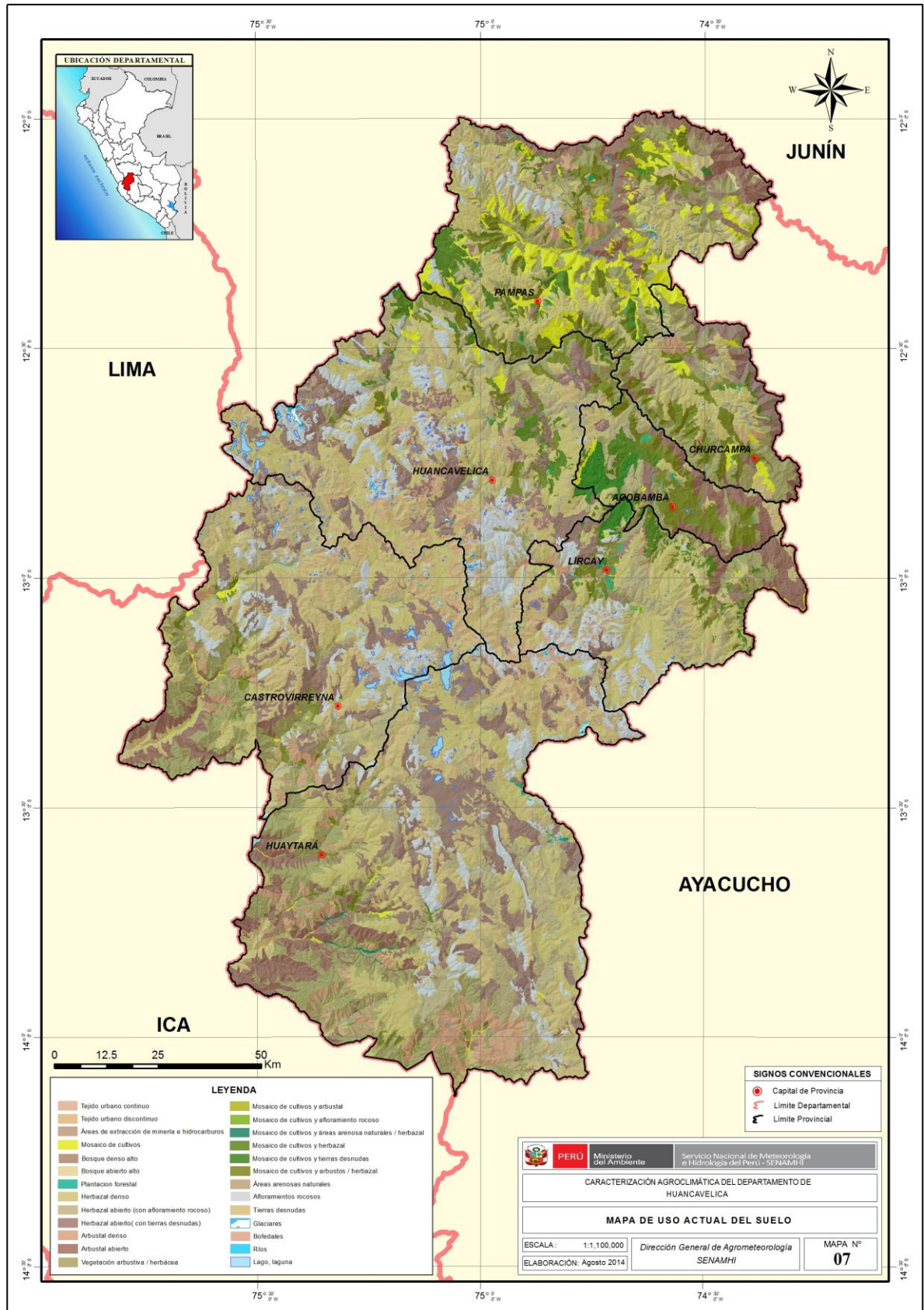
Fotografía 9. Uso actual de las tierras en el Departamento de Huancavelica

<p>a. Área urbanizada, Huancavelica</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>	<p>b. Área de extracción minera, Ccochaccasa</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>
<p>c. Áreas agrícolas heterogéneas, Colcabamba</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>	<p>d. Áreas con vegetación herbácea, Yauli</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>

La distribución espacial del uso actual de las tierras en el Departamento de Huancavelica se presenta en el Mapa 7.



Mapa 7. Uso actual de las tierras en el Departamento de Huancavelica



Fuente: ZEE-Huancavelica (2014). Elaboración propia

### 2.1.8 Capacidad de uso mayor de las tierras

La Zonificación Económica y Ecológica (ZEE), ejecutada por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GRRN-GA) del Gobierno Regional de Huancavelica, identifica 21 unidades asociadas que representan delimitaciones de unidades homogéneas dominadas por un componente, y 8 unidades asociadas que representan delimitaciones de asociaciones de 2 subclases de capacidad.

Las principales características y cualidades más significativas de las unidades no asociadas y asociadas de capacidad de uso mayor de las tierras se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Unidades asociadas y no asociadas de capacidad de uso mayor de las tierras del Departamento de Huancavelica

Grupo de uso mayor	Descripción	Simbología
A	Tierras aptas para cultivo en limpio con calidad agrológica media con limitaciones por erosión, suelo y clima, asociadas a tierras de protección con limitación por erosión y suelo.	A2esc-Xes
	Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica media con limitaciones por suelo y clima, asociadas a tierras de protección.	A2sc-X
	Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica media con limitaciones por suelo y erosión, asociadas a tierras de protección.	A2se-X
	Tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y erosión, asociadas a tierras de protección.	A3se-X
C	Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica media con limitación por suelo.	C2s
	Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por erosión y suelo, asociadas a tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica baja con limitación por erosión y suelo.	C3es-F3es
	Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por erosión y suelo, asociadas a tierras de protección con limitación por suelo.	C3es-Xs
	Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por erosión, suelo y clima, asociadas a tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica baja con limitación por erosión, suelo y clima.	C3esc-F3esc
	Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitación por suelo, asociadas a tierras de protección con limitaciones por suelo y erosión.	C3s-Xse
F	Tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por erosión y suelo, asociadas a tierras de protección con limitaciones por erosión y suelo.	F2es-Xes
	Tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por suelo y erosión, asociadas a tierras de protección.	F2se-X
	Tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica baja con limitaciones por erosión y suelo, asociadas a tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitación por erosión y suelo.	F3es-P2es
P	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por erosión y suelo, asociadas a tierras de protección con limitación por erosión.	P2es-Xe
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por erosión y suelo, asociadas a tierras de protección con limitaciones por erosión y suelo.	P2es-Xes
	Tierras de aptas para pastos de calidad agrológica media con limitación por erosión, suelo y clima.	P2esc

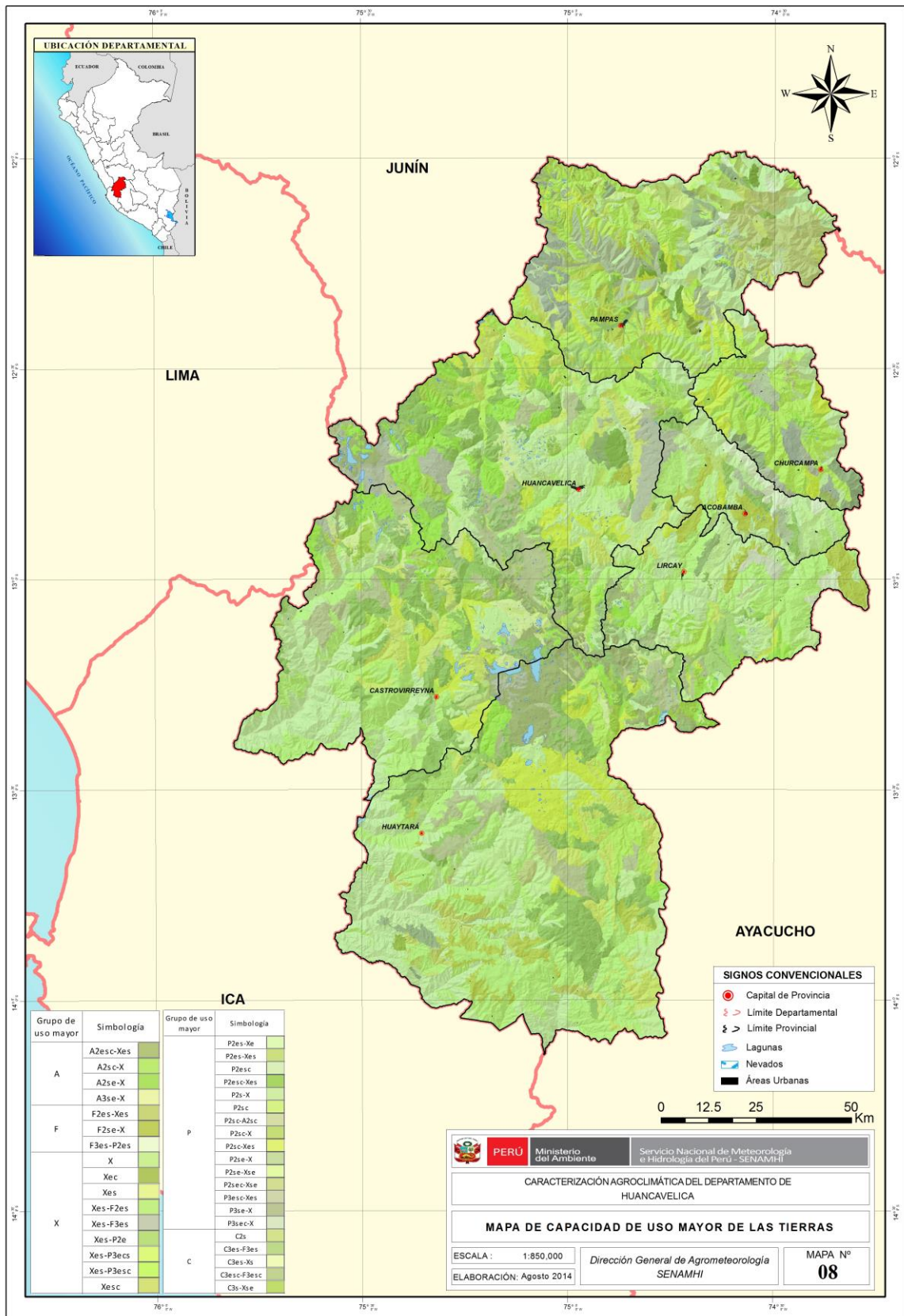
P	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por erosión, suelo y clima, asociadas a tierras de protección con limitación por erosión y suelo.	P2esc-Xes
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitación por suelo, asociadas a tierras de protección.	P2s-X
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por suelo y clima.	P2sc
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por suelo y clima, asociadas a tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica media con limitación por suelo y clima.	P2sc-A2sc
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por suelo y clima, asociadas a tierras de protección	P2sc-X
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por suelo y clima, asociadas a tierras de protección con limitación por erosión y suelo.	P2sc-Xes
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por suelo y erosión, asociadas a tierras de protección.	P2se-X
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por suelo y erosión, asociadas a tierras de protección con limitación por suelo y erosión.	P2se-Xse
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitaciones por suelo, erosión y clima, asociadas a tierras de protección con limitaciones por suelo y erosión.	P2sec-Xse
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por erosión, suelo y clima, asociadas a tierras de protección con limitaciones por erosión y suelo.	P3esc-Xes
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, erosión y clima, asociadas a tierras de protección.	P3se-X
	Tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, erosión y clima, asociadas a tierras de protección.	P3sec-X
X	Tierras de protección cubiertas por nevados.	X
	Tierras de protección con limitaciones por erosión y clima.	Xec
	Tierras de protección con limitaciones por erosión y suelo.	Xes
	Tierras de protección con limitaciones por erosión y suelo, asociadas a tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por erosión y suelo.	Xes-F2es
	Tierras de protección con limitaciones por erosión y suelo, asociadas a tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica baja con limitaciones por erosión y suelo.	Xes-F3es
	Tierras de protección con limitaciones por erosión y suelo, asociadas a tierras aptas para pastos de calidad agrológica media con limitación por erosión.	Xes-P2e
	Tierras de protección con limitaciones por erosión y suelo, asociadas a tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por erosión, clima y suelo.	Xes-P3ecs
	Tierras de protección con limitaciones por erosión y suelo, asociadas a tierras aptas para pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por erosión, suelo y clima.	Xes-P3esc
	Tierras de protección con limitaciones por erosión, suelo y clima.	Xesc

Fuente: Caso (2012b). Elaboración propia

La distribución espacial de las unidades asociadas y no asociadas de capacidad de uso mayor de las tierras en el Departamento de Huancavelica se muestra en el Mapa 8.



Mapa 8. Capacidad de uso mayor de las tierras en el Departamento de Huancavelica



Fuente: ZEE-Huancavelica (2014). Elaboración propia



Las Fotografías 10a al 10d presentan una muestra de las diversas capacidades de uso mayor de la tierras aptas para cultivos en limpio y pastos en el Departamento de Huancavelica.

Fotografía 10. Capacidad de uso mayor de las tierras aptas para cultivo en limpio y pastos en el Departamento de Huancavelica

<p>a. Distrito de Pazos</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>	<p>b. Distrito de Colcabamba</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>
<p>c. Distrito de Pampas</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>	<p>d. Distrito de Churcampa</p>  <p>Fuente: SENAMHI</p>

### 2.1.9 Zonas de vida

La Zonificación Económica y Ecológica (ZEE), ejecutada por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GRRN-GA) del Gobierno Regional de Huancavelica, identifica unidades bioclimáticas de primer orden (zonas de vida o formaciones ecológicas) y ecotonos (zonas transicionales), que van desde los 750 msnm hasta los 5300 msnm.

Estos pisos ecológicos comprenden una vasta biodiversidad (flora y fauna) y determinan las condiciones para el desarrollo de las diversas actividades económicas, tales como la agricultura, ganadería, minería, piscicultura, forestería, entre otras.

En la vertiente oriental (provincias de Tayacaja, Churcampá y Huancavelica) se diferencian 20 zonas de vida, desde bosques secos subalpinos, hasta el bosque húmedo. En la parte sur, en la vertiente del pacífico, se identifican 11 zonas de vida y la mayor parte está conformada por la zona Páramo muy húmedo Subalpino Subtropical.

La Tabla 6 muestra una descripción de las zonas de vida identificadas en el área de estudio durante el proceso de la Zonificación Económica y Ecológica (ZEE) y su distribución espacial se presenta en el Mapa 9.

Tabla 6. Descripción de las zonas de vida o formaciones ecológicas identificadas en el Departamento de Huancavelica

Zona de vida	Símbolo	Descripción
Desierto perárido-Subtropical	dp-S	Ecosistema de clima muy árido y semicálido, con un promedio de precipitación total anual entre 70 mm a 130 mm y una biotemperatura media anual entre 19°C a 22°C. Está ubicado por debajo de los 1500 msnm ocupando dos sectores bien definidos; uno que comprende pequeñas áreas planas en las márgenes de los ríos y quebradas (suelos de tipo coluvial, superficiales y pedregosos que limitan severamente la actividad agrícola), y otro en laderas de montaña (suelos predominantes litosólicos carentes de fertilidad).
Matorral desértico-Subtropical	md-S	Ecosistema de clima árido y semicálido, con un promedio de precipitación total anual entre 130 mm a 200 mm y una biotemperatura media anual entre 17°C a 19°C. Está localizado entre los 1500 msnm a 1900 msnm sobre pequeñas áreas planas en las márgenes de los ríos, quebradas y laderas de montaña, con severas limitaciones para la actividad agropecuaria.
Matorral desértico-Montano Bajo Subtropical	md-MBS	Ecosistema de clima árido y templado cálido, con un promedio de precipitación total anual entre 200 mm a 250 mm y una biotemperatura media anual entre 15°C a 17°C. Está ubicado entre los 1900 msnm a 2500 msnm en laderas de montañas muy accidentadas donde, en algunos sectores, las condiciones edáficas permiten el incremento de áreas irrigadas (partes más bajas).
Estepa espinosa-Montano Bajo Subtropical	ee-MBS	Ecosistema de clima seco y templado frío, con un promedio de precipitación total anual entre 250 mm a 500 mm y una biotemperatura media anual entre 12°C a 15°C. Está localizado entre los 2200 msnm a 3200 msnm en zonas donde las características edáficas permiten el incremento de áreas agrícolas en terrazas o andenes. Esta zona de vida es favorable para el desarrollo de una agricultura andina altamente productiva.
Estepa-Montano Tropical	e-MT	Ecosistema de clima subhúmedo y semifrío, con un promedio de precipitación total anual entre 350 mm a 500 mm y una biotemperatura media anual entre 10°C a 12°C (ocurrencia de temperaturas de congelación). Está ubicado entre los 3000 msnm a 3400 msnm en zonas que presentan una topografía accidentada donde la actividad agropecuaria no es recomendable.
Estepa-Montano Subtropical	e-MS	La descripción de este ecosistema tiene características muy similares al ecosistema de Estepa-Montano Tropical.

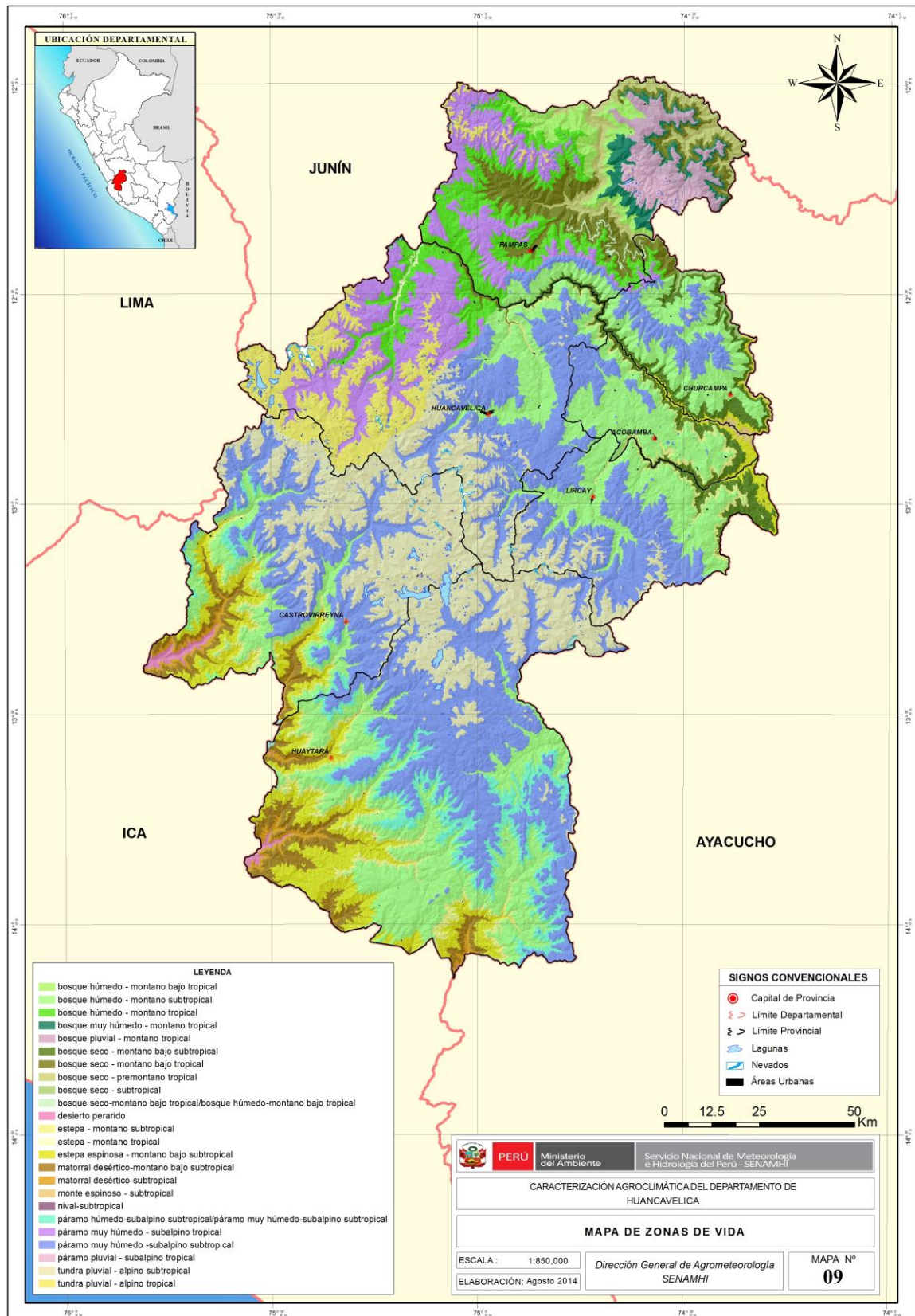
Bosque húmedo-Montano Subtropical	bh-MS	Ecosistema de clima húmedo y semi frío, con un promedio de precipitación total anual entre 600 mm a 800 mm y una biotemperatura media anual entre 6°C a 10°C (ocurrencia de temperaturas de congelación, granizadas y nevadas). Está localizado entre los 3300 msnm a 4000 msnm en zonas que presentan una topografía accidentada, sin embargo en la vertiente oriental tanto el relieve y el clima mejoran; razón por la cual las áreas agrícolas alcanzan mayor extensión.
Bosque húmedo-Montano Tropical	bh-MS	La descripción de este ecosistema tiene características muy similares al ecosistema de Bosque húmedo-Montano Subtropical.
Páramo húmedo-Subalpino Subtropical transicional a Páramo muy húmedo Subalpino Subtropical	ph-SSt/PMHSS	Ecosistema transicional de clima húmedo y frío, con un promedio de precipitación total anual entre 500 mm a 600 mm y una biotemperatura media anual entre 3°C a 6°C (ocurrencia de temperaturas de congelación). Está ubicado entre los 3900 msnm a 4200 msnm en zonas que presentan una topografía poco accidentada, donde las condiciones ecológicas son adecuadas sólo para el desarrollo de una ganadería extensiva en pasturas naturales altoandinas.
Páramo muy húmedo-Subalpino Subtropical	pmh-SS	Ecosistema de clima muy húmedo y frío, con un promedio de precipitación total anual entre 700 mm a 800 mm y una biotemperatura anual entre 3°C a 6°C (ocurrencia de temperaturas de congelación). Está localizado entre los 3900 msnm a 4500 msnm especialmente en los sectores central y nororiental de la cordillera de los Andes. Ofrece buenas condiciones ecológicas para el desarrollo de una ganadería extensiva en pasturas naturales altoandinas. Existen lagunas que pueden ser utilizadas para la actividad piscícola o para ser derivadas con fines de irrigación.
Páramo muy húmedo-Subalpino Tropical	PMH-ST	La descripción de este ecosistema tiene características muy similares al ecosistema de Páramo muy húmedo-Subalpino Tropical.
Páramo pluvial-Subalpino Tropical	pp-SAT	Ecosistema de clima super húmedo y frío, con un promedio de precipitación total anual entre 1000 mm a 2000 mm y una biotemperatura media anual entre 3°C a 6°C. Está ubicado entre los 3800 msnm en zonas donde la vegetación natural la conforman pasturas altoandinas de gran porte y las características topográficas y climáticas limitan todo uso agrícola y forestal.
Tundra pluvial-alpino Subtropical	tp-AS	Ecosistema de clima muy húmedo y frígido, con un promedio de precipitación total anual entre 500 mm a 1000 mm y una biotemperatura media anual entre 3°C a 15°C. Está localizado entre los 4500 msnm a 5000 msnm en zonas que presentan una topografía muy accidentada y los suelos son muy superficiales y carentes de fertilidad. Esta zona de vida presenta muy severas restricciones para las actividades agropecuarias, pero presenta un gran potencial minero e hídrico (piscicultura e irrigación).
Tundra pluvial-alpino Tropical	tp-AT	La descripción de este ecosistema tiene características muy similares al ecosistema de Tundra pluvial-Alpino Subtropical.
Bosque seco-Premontano Tropical	bs-PT	Ecosistema de clima subhúmedo y semicálido, con un promedio de precipitación total anual entre 500 mm a 1000 mm y una biotemperatura media anual entre 17°C a 22°C. Está ubicado por debajo de los 2000 msnm en la vertiente oriental (márgenes del río Mantaro) cuya topografía es bastante accidentada y no permite el desarrollo de la actividad agropecuaria.
Bosque seco-Subtropical	bs-S	La descripción de este ecosistema tiene características muy similares al ecosistema de Bosque seco-Premontano Tropical.

Monte espinoso-Subtropical	me-S	Ecosistema de clima semiárido y semicálido, con un promedio de precipitación total anual entre 400 mm a 500 mm y una biotemperatura media anual entre 17°C a 20°C. Está localizado entre los 1900 msnm a 2300 msnm en fondos de valles fluvio coluviales. Esta zona de vida presenta un buen potencial para la actividad agrícola (cultivos tropicales y subtropicales) bajo riego.
Bosque seco-Montano Bajo Tropical	bs-MBT	Ecosistema de clima subhúmedo y templado frío, con un promedio de precipitación total anual entre 500 mm a 800 mm y una biotemperatura media anual entre 11°C a 17°C. Está ubicado entre los 2000 msnm a 3000 msnm en fondos de valles fluvio aluviales y laderas empinadas. Esta zona de vida ofrece un ambiente favorable para el desarrollo de la agricultura y la ganadería.
Bosque seco-Montano Bajo Subtropical	bs-MBS	La descripción de este ecosistema tiene características muy similares al ecosistema de Bosque seco-Montano Bajo Tropical.
Bosque seco-Montano Bajo Tropical transicional a bosque húmedo-Montano Bajo Tropical	bs-MBTt / bh-MBT	Ecosistema transicional con tendencia a húmedo, con un promedio de precipitación total anual entre 800 mm a 1000 mm y una biotemperatura media anual entre 12°C a 13°C. Está localizado entre los 3000 msnm a 3200 msnm en áreas donde la vegetación natural es algo más compleja porque se pueden encontrar entremezclados o asociados, especies propias tanto del Bosque seco-Montano Bajo como del Bosque húmedo-Montano. Esta zona de vida reúne las condiciones ecológicas adecuadas para desarrollar en forma óptima la agricultura y ganadería y plantaciones forestales.
Bosque húmedo-Montano Bajo Tropical	bh-MBT	Ecosistema de clima húmedo y templado frío, con un promedio de precipitación total anual entre 1000 mm a 2000 mm y una biotemperatura media anual entre 12°C a 17°C. Está ubicado entre los 2000 msnm a 3000 msnm, entre el río Mantaro y el río Pariahuanca, sobre la formación Bosque seco-Premontano Tropical. Los suelos son de origen coluvio aluvial y la vegetación natural casi no existe a consecuencia de la sobreutilización con fines agrícolas y ganaderos.
Bosque muy húmedo-Montano Tropical	bmh-MT	Ecosistema de clima muy húmedo y semi frío, con un promedio de precipitación total anual variable entre 1000 mm a 2000 mm y una biotemperatura media anual entre 6°C a 12°C. Está localizado entre los 3000 msnm a 3800 msnm en zonas donde la topografía es muy accidentada (pendientes inclinadas y con escasas áreas planas). Los suelos son de origen coluvio aluvial y la vegetación está constituida por un manto graminal alto y denso. Las características climáticas y edáficas limitan la agricultura y ganadería, sin embargo para la actividad forestal son adecuadas.
Bosque pluvial-Montano Tropical	bp-MT	Ecosistema de clima superior húmedo y semifrío, con un promedio de precipitación total anual variable entre 2000 mm a 3000 mm y una biotemperatura media anual que varía entre 12°C a 16°C. Está ubicado entre los 3000 msnm a 3800 msnm en zonas donde las características topográficas y climáticas desfavorables limitan todo uso agropecuario y en algunos casos incluso la actividad forestal.
Nival-Subtropical	n-S	Ecosistema de clima nival, con un promedio de precipitación total anual de 800 mm y una biotemperatura media anual inferior a 1,5 °C. Está localizado sobre los 5000 msnm ocupando los sectores más altos de la cordillera. Esta zona de vida tiene importancia desde el punto de vista del régimen hidrológico de los ríos y lagunas altoandinas y como un atractivo turístico.

Fuente: Carhuallanqui (2012). Elaboración propia



Mapa 9. Zonas de vida en el Departamento de Huancavelica



Fuente: ZEE-Huancavelica (2014). Elaboración propia

### 2.1.10 Cobertura vegetal

El estudio de cobertura vegetal tiene como propósito reconocer, delimitar y caracterizar los diferentes tipos de bosque y otros tipos de vegetación, en correlación con los factores edáficos, fisiográficos y climáticos principalmente, los cuales determinan su fisonomía estructural, y composición florística (Clemente, 2013).

La Tabla 7 muestra una descripción de los tipos de bosques y otras formaciones vegetales identificadas durante el proceso de la Zonificación Económica y Ecológica (ZEE) ejecutada por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GRRN-GA) del Gobierno Regional de Huancavelica.

Tabla 7. Descripción de los tipos de cobertura vegetal identificados en el Departamento de Huancavelica

Cobertura vegetal	Descripción
<b>1. Unidades de tipo de bosques</b>	
Bosque húmedo de montañas altas	Se localiza en las partes superiores de las vertientes montañosas (norte) sobre los 2000 msnm a 3 200 msnm. Se extiende principalmente en gran parte en los distritos de Tintaypunco, Huachocolpa y Surcubamba. La vegetación presenta follaje siempre verde (perennifolias), en algunos casos constituyen sólo “bosquecillos” con estructura poco definida. En esta cobertura vegetal se tiene arbustos (mohena amarilla, quinilla blanca, cascarilla, palisangre, sacha uvilla, entre otros), así como orquídeas.
Bosque xerófito de montaña baja	Se extiende a través de todo el flanco nororiental del Departamento de Huancavelica, alrededor del río Mantaro. Se caracteriza por su gran complejidad florística en sus diferentes formas de vida: arbustos y árboles xerófitos (pasallo, faique, algarrobo, zapote, palo verde, limoncillo, frejolillo, entre otros).
Bosque seco de valle interandino	Se extiende por la zona noreste del territorio departamental, alrededor del río Mantaro, Locroja, Caja, Acobamba, San Miguel de Mayocc, La Merced, Churcampa, Quitoarma (Huaytará). Se caracteriza por su gran complejidad florística en sus diferentes formas de vida: arbustos y árboles secos (salvagina, palo verde, huarango, níspero, palto, maguey, entre otros).
Matorral subhúmedo	Caracterizado por la presencia de asociaciones arbustivas siempre verdes. Estos matorrales, además de cumplir con su rol ecológico y conservación de las cuencas húmedas, brindan beneficios directos a la comunidad rural, proporcionándoles leña para energía doméstica, madera para construir viviendas, herramientas, artesanía y medicina folklórica. Las principales áreas donde se ubica esta formación son precisamente en las cuencas altas de todos los ríos que llevan sus aguas a la costa y desembocan en el Océano Pacífico y en las márgenes derecha e izquierda del río Mantaro, la cuenca de los ríos San Juan, río Grande y Pisco. En esta cobertura vegetal se presentan árboles y arbustos (molle, tara, quinal, eucalipto, cola de caballo, muña, entre otros), así como pastos naturales (taya, cacklle, ahuyay, entre otros).
Matorral húmedo	Formación arbustal entre los matorrales subhúmedo y los pajonales alto andinos (3000 msnm a 3900 msnm). Se ubica en los distritos de Huanca-Huana, Congalla, Andabamba-Rosario, Caja Espíritu (Pomacancha), Pilchaca-Moya, Rumichaca-Quitire, Puente Río Vilca/Moya, Moya-Huayllahuara. En esta cobertura vegetal se tiene árboles y arbustos (molle, tara, quinal, eucalipto, cola de caballo, muña, cactus, guinda, tumbo, tuna, entre otros), así como cultivos (cebada, trigo, maíz, haba, arveja, entre otros).

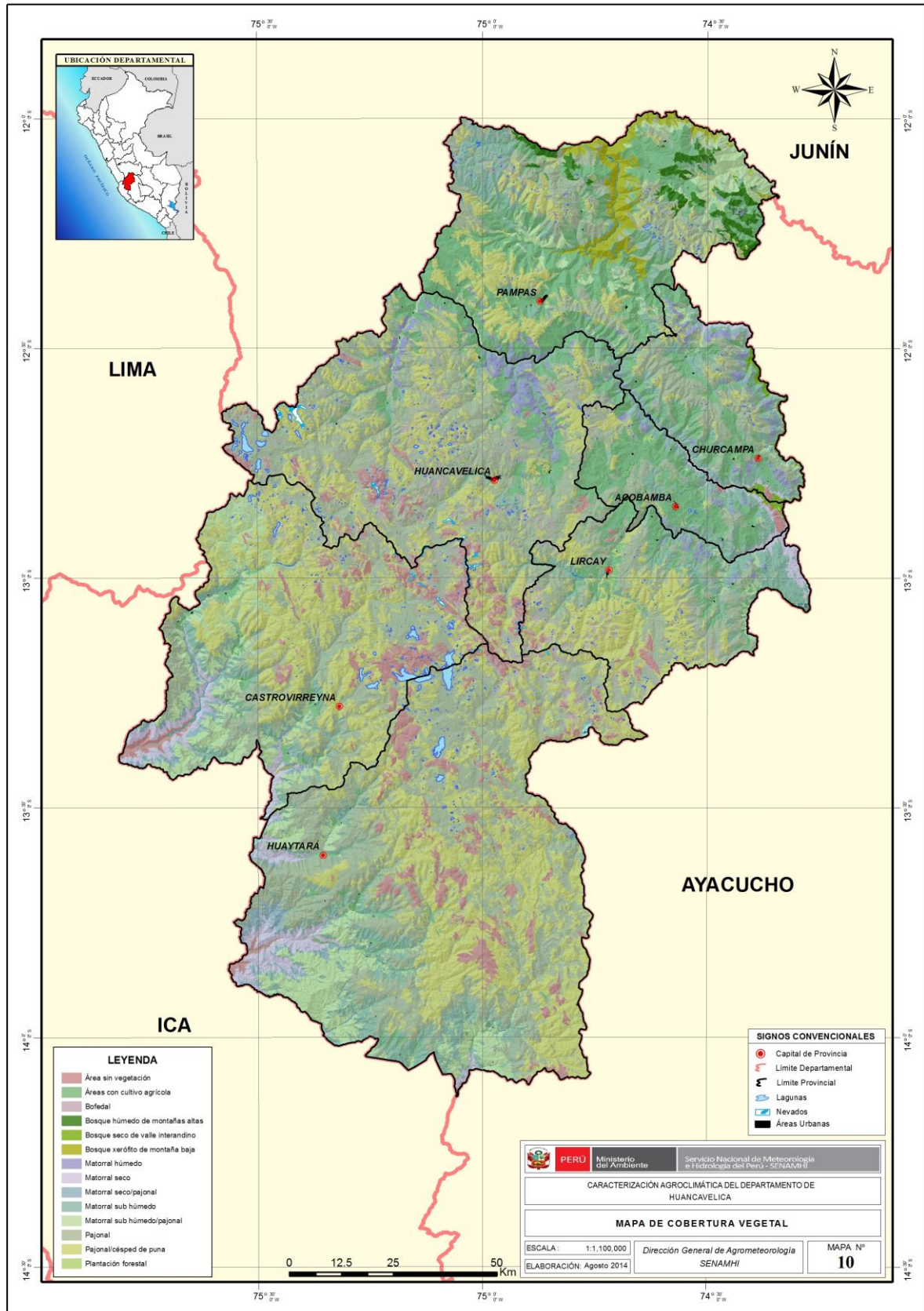
Matorral seco	Se caracteriza por su mayor sequedad, localizándose generalmente herbáceas estacionales y arbustivas, cactáceas, gramíneas, todas mayormente dispersas tornándose más densas en los lugares más altos. En esta cobertura vegetal se tienen árboles y arbustos (huarango, eucalipto, molle, tara, mango, manzana, entre otros).
Pajonal/Césped de puna	Se ubica en las zonas altas de relieve accidentado sobre las mesetas andinas entre los 3500 a 4500 msnm. Son parte de esta formación las comunidades herbáceas altoandinas, constituyendo densas agrupaciones mayormente de gramíneas de hojas duras (ichu) que soportan una importante ganadería ovina y camélida. Es característica de las zonas de la meseta de los distritos Pilpichaca, Santa Rosa de Chaupi, Santa Ana, entre otros.
Pajonal	Se ubica en las zonas planas de relieve suave de las mesetas andinas; tienen gran importancia porque son susceptibles de un mejoramiento de las pasturas mediante mecanización, aprovechamiento de los recursos hídricos que poseen tanto superficial como subterráneo, sus suelos son agrostológicamente buenos. En los pajonales prosperan especies como el ichu, crespillo, conoca, chachacomo, amapola de campo, puya de raimondi, quinal, retama, muña, entre otras.
Bofedales	Se encuentran dispersas en la zona altoandina del Departamento sobre los 4000 msnm a 4800 msnm, en zonas cercanas y/o al pie de los nevados y en los alrededores de las lagunas, el clima en esta zona es muy húmedo y frío. En esta cobertura vegetal prosperan especies como la Distichia muscoides, Alchemilla pinnata, Hypsella reniformis, Cotula australis, Poa brevis, entre otras.
Matorral subhúmedo/Pajonal	Este tipo de formación es la transición del matorral subhúmedo y el pajonal. Se ubica en los distritos de Huayacundo-Arma, Quito Arma, Ticrapo, Huachos, Camino Marcas Mayoc. En esta cobertura vegetal se encuentran pastos cultivados (alfalfa, el maguey, entre otros), árboles y arbustos (molle, lloque, tara, malva, entre otros), cultivos en limpio, tierras de protección asociadas a tierras para pastos y cultivos en limpio.
Matorral seco/Pajonal	Este tipo de formación es la transición del matorral seco y el pajonal. Se ubica en los distritos de San Juan, Capillas, Huacho, Arma, Tantara, Mollepampa, Ticrapo, Quitoarma, Huaytará, Santiago de Chocorvos, Ayavi, Ocoyo. En esta cobertura vegetal se presentan árboles y arbustos (molle, tara, eucalipto, higos, tuna, huarango, entre otros).
4. Vegetación antrópica	
Área sin vegetación	Se hallan en las cumbres rocosas de la cordillera de los Andes sobre los 3500 msnm, presentando escasa vegetación. La vegetación escasa que se encuentra en estas zonas es muy abierta o dispersa sobre grandes afloramientos rocosos compuestos por pajonal reducido y con plantas pulviniformes (almohadillado), sin arbusto; a medida que se asciende la vegetación se enrarece y hasta desaparece. Los distritos más representativos son: Acoria, Ascensión, Huancavelica, Acobambilla, Huachocolpa, Lircay, San Juan, Capillas, Pilpichaca, Tambo, Querco.
5. Área con plantaciones forestales	En estas se cuenta con plantaciones de eucaliptos, quinales, pinos, mutuyes, colles, alisos, cipreses y molles.
6. Área con cultivos agrícolas	Se localizan principalmente en los distritos de Huamantambo, Arma, Chupamarca, Ticrapo, San Antonio de Cusicancha, Tambo, Santo Domingo de Capillas, Santiago de Chocorvos, Lircay, Huando, Ñahuimpuquio, Pasos, Acraquia, Daniel Hernández, Colcabamba, Paucarbamba y Pachamarca. En esta cobertura vegetal se tiene principalmente cultivos en limpio (papa, maíz, arveja, cebada, entre otros).

Fuente: Clemente (2013). Elaboración propia

La distribución espacial de los tipos de cobertura vegetal identificados en el Departamento de Huancavelica se muestra en el Mapa 10.



Mapa 10. Cobertura vegetal del Departamento de Huancavelica



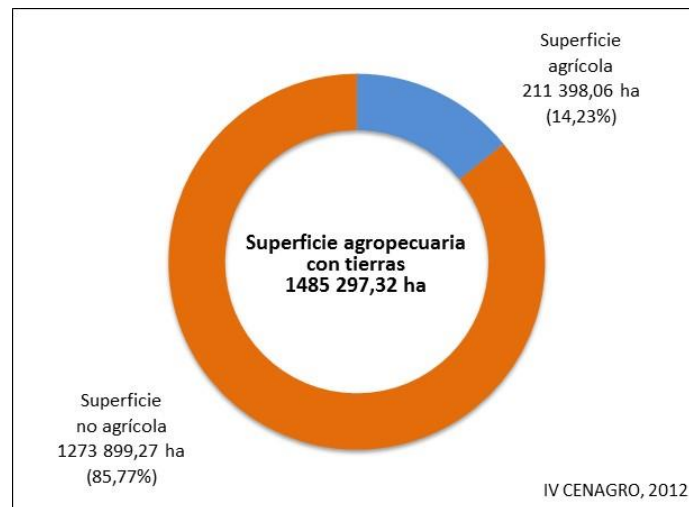
Fuente: ZEE-Huancavelica (2014). Elaboración propia



## 2.2 ESTRUCTURA AGRARIA

En el Departamento de Huancavelica, la superficie agropecuaria con tierras oscila alrededor de 1485 297,32 ha, según el IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012). La superficie no agrícola ocupa la mayor extensión de tierras (1273 899,27 ha) y se caracteriza por presentar pastos naturales manejados (45 449,82 ha) y no manejados (933 375 ha), montes y bosques (76 503,51 ha) y otra clase de tierras (218 570,7 ha). La superficie no agrícola esta agrupada por 35 588 unidades agropecuarias (Figura 1).

Figura 1. Superficie agrícola y no agrícola en el Departamento de Huancavelica

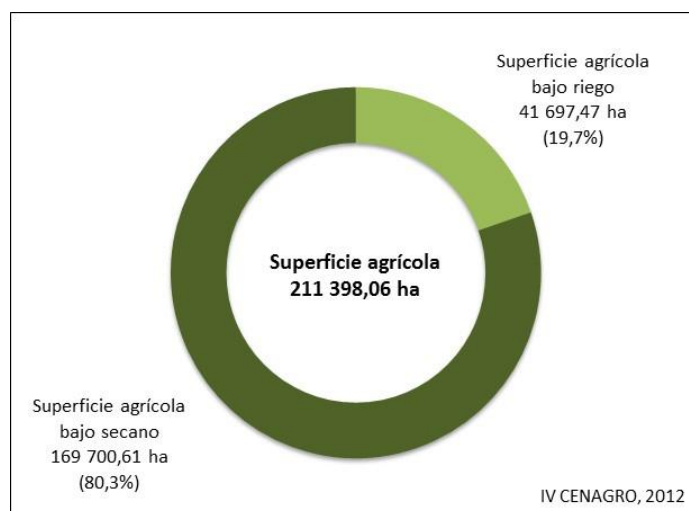


Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012). Elaboración propia

### Superficie agrícola

Según el IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012), la superficie agrícola está constituida por 69 998 unidades agropecuarias, las cuales abarcan una extensión equivalente a 211 398,06 ha. La superficie agrícola bajo riego representa el 19,7% y las tierras bajo secano el 80,3% (Figura 2). Asimismo, la superficie agrícola se caracteriza por presentar tierras de labranza (198 993,45 ha), tierras con cultivos permanentes (10 217,25 ha) y tierras con cultivos asociados (2187,36 ha).

Figura 2. Superficie agrícola bajo riego y secano en el Departamento de Huancavelica

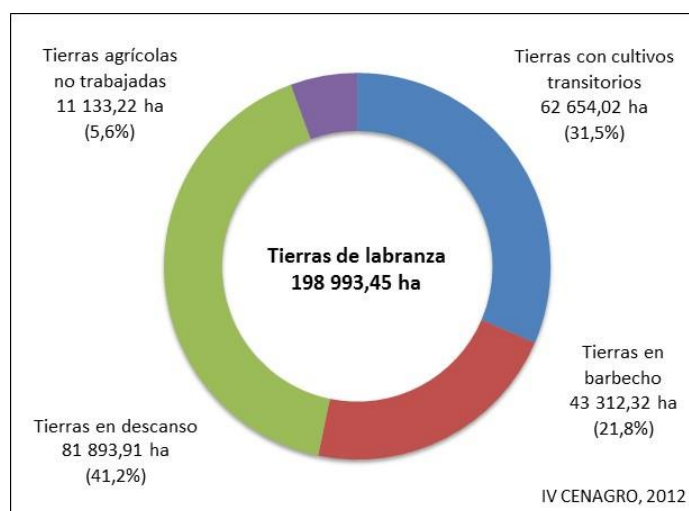


Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012). Elaboración propia

#### a. Tierras de labranza

Las tierras de labranza están constituidas por terrenos con cultivos transitorios (62 654,02 ha) bajo riego (18 433,79 ha) y secano (44 220,22 ha), tierras en barbecho (43 312,32 ha), terrenos en descanso (81 893,91 ha) y tierras agrícolas no trabajadas (11 133,22 ha), tal como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Tierras de labranza en el Departamento de Huancavelica



Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012). Elaboración propia

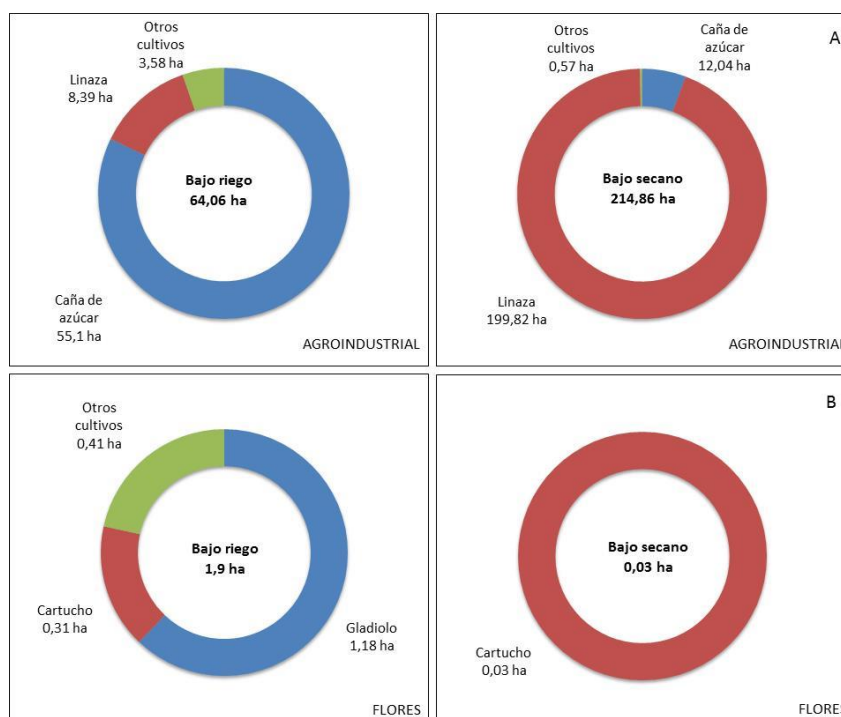
Las tierras con cultivos transitorios se caracterizan por la producción de cultivos agroindustriales, cereales, frutas, forrajes transitorios, flores, hortalizas, leguminosas, tubérculos y raíces.

Las tierras bajo riego totalizan 18 433,79 ha. En las parcelas agrícolas con riego permanente se producen cereales como la cebada grano (762,6 ha), el maíz amiláceo (7121,32 ha), maíz choclo (1567,39 ha) y el trigo (257,13 ha); tubérculos y raíces como el olluco (81,44 ha), la papa amarilla (604,36 ha), la papa blanca (4649,1 ha) y la papa nativa (302,54 ha); hortalizas como el ajo (43,88 ha), la zanahoria (46,52 ha), el zapallo (41,86 ha) y los vergeles hortícolas (69,26 ha); leguminosas como la arveja (474,93 ha), frijol (358,45 ha) y haba (858,43 ha); frutas como la granadilla (0,15 ha) y el pepino fruta (0,88 ha), entre otros.

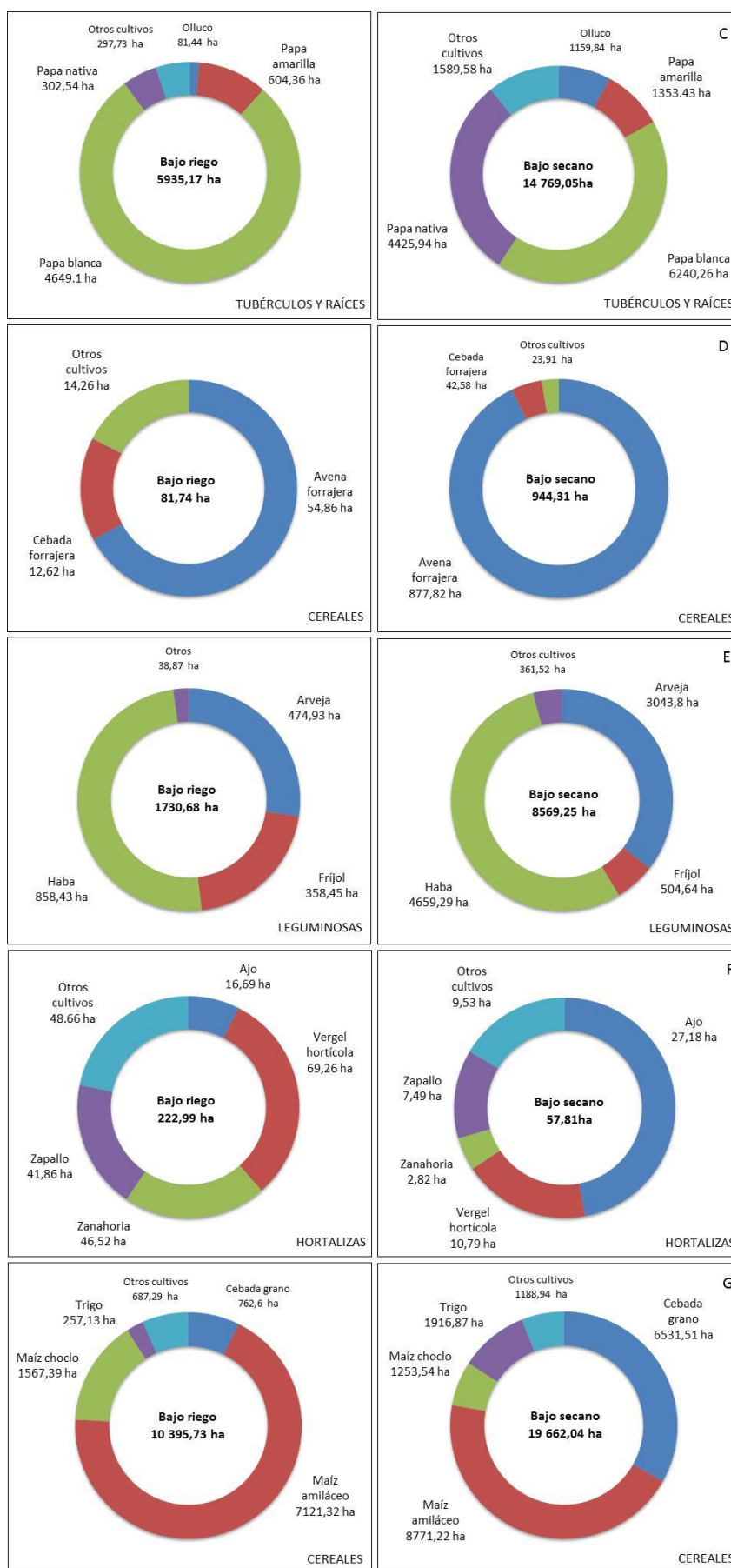
Las tierras bajo secano se caracterizan por una producción temporal durante el año porque dependen de la presencia de las lluvias. Los cereales, leguminosas, tubérculos y raíces y hortalizas que mayormente se producen son la cebada grano (6531,51 ha), el maíz amiláceo (8771,22 ha), el haba grano (4659,29 ha), la arveja grano (3043,8 ha), la papa blanca (6240,26 ha) y la papa nativa (4425,94 ha).

Las Figuras 4a a la 4h muestran los principales grupos y cultivos que se producen, según el IV Censo Nacional Agrario (INEI, 2012), en terrenos bajo riego y secano.

Figuras 4a al 4h. Grupos de cultivos transitorios que se producen en tierras bajo riego y secano en el Departamento de Huancavelica

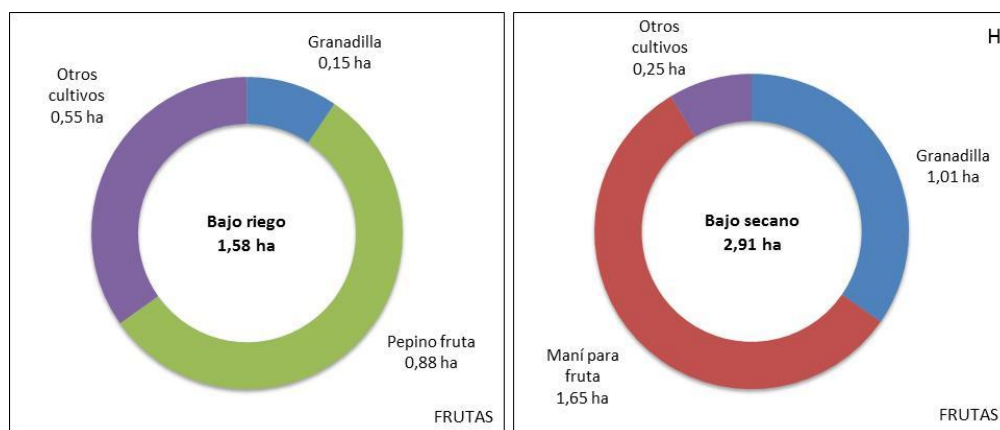


Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012). Elaboración propia



Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012). Elaboración propia





Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012). Elaboración propia

### b. Tierras con cultivos permanentes

Las tierras con cultivos permanentes representan el 4,83% de la superficie agrícola. En la Figura 5 se aprecia que este tipo de tierras está constituida por cultivos forestales (108,5 ha), pastos cultivados (7627,89 ha) y especies propiamente dichas (2480,9 ha).

Figura 5. Tierras de labranza en el Departamento de Huancavelica



Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012). Elaboración propia

Los cultivos permanentes propiamente dichos como los frutales y especies industriales se producen mayormente en terrenos bajo riego, y en menor proporción en áreas bajo seco. La tuna (997,14 ha), el palto (606,63 ha) y los vergeles frutícolas (11,41 ha) son los frutales más cultivados. Asimismo, la tara (170,09 ha), el café (33,89 ha) y el oregano (17,08 ha) son las especies industriales más plantadas en este tipo de tierras (Figuras 6a y 6b).

En la Figura 6c se observa que los pastos cultivados como la alfalfa y el rye grass se producen en mayor proporción en terrenos bajo riego (5008,68 y 924,23 ha respectivamente), y en menor extensión en áreas bajo secano (91,59 y 77,28 ha respectivamente).

Los cultivos forestales como el ciprés (2 ha), pino (2,77 ha) y molle (0,5 ha) se cultivan sólo en terrenos de secano. El cultivo eucalipto es la especie forestal más sembrada (103,2 ha), la cual es conducida en tierras bajo riego (10,63 ha) y secano (92,57 ha).

Figuras 6a al 6c. Grupos de cultivos frutales, especies industriales y pastos cultivados que se producen en tierras bajo riego y secano en el Departamento de Huancavelica



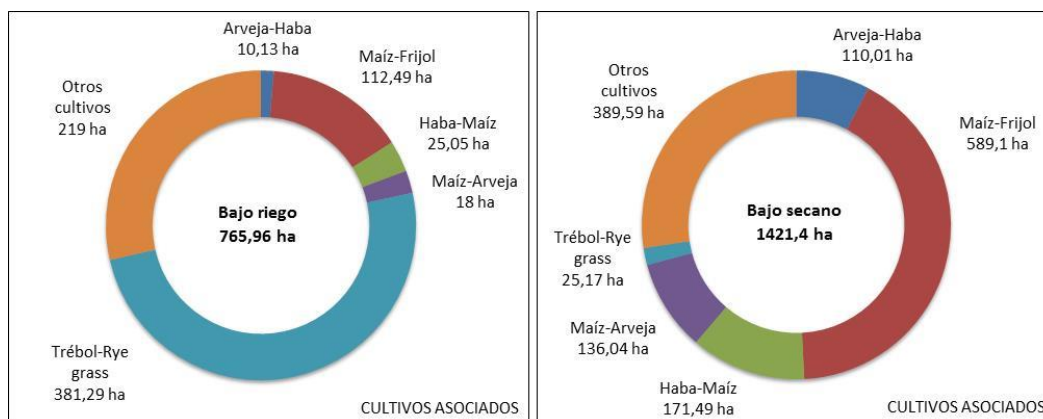
Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012). Elaboración propia

### C. Tierras con cultivos asociados

Los cultivos asociados pueden ser entre transitorios o pastos cultivados. La principal asociación entre dos cultivos transitorios fue del maíz-fríjol (112,49 ha) y haba-maíz (25,05 ha) en terrenos bajo riego, así como entre maíz-fríjol (589,1 ha), haba-maíz (171,49 ha) y

arveja-haba (110,01 ha) en tierras bajo secano. Respecto a la asociación entre dos pastos cultivados predominan el trébol-rye grass (381,29 ha bajo riego y 25,17 ha bajo secano) en esta clase de tierras (Figuras 7).

Figura 7. Grupos de cultivos asociados que se producen en tierras bajo riego y secano en el Departamento de Huancavelica



Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012). Elaboración propia

## 2.3 PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

### 2.3.1 Sector agrícola

El Departamento de Huancavelica presenta una agricultura destinada a la siembra de cultivos transitorios (anuales) y perennes (permanentes), en áreas agrícolas bajo riego y secano, caracterizados por presentar diferentes condiciones medioambientales, sistemas de producción y manejo agronómico.

Los cultivos transitorios que mayormente se cosechan son la papa, la cebada grano, el maíz amiláceo, el trigo y el haba grano seco; así mismo los pastos que más predominan son la alfalfa y la avena forrajera.

Los cultivos anuales que presentan los mayores rendimientos por hectárea son los tubérculos y raíces andinas (papa, olluco, mashua), el maíz choclo y el ajo. Los pastos cultivados como la alfalfa y avena forrajera presentan los mayores rendimientos de follaje seco. Respecto a los cultivos perennes, la caña de azúcar, destinada a la producción de alcohol, obtiene el mayor rendimiento por hectárea.

Por su importancia en la economía regional, los cultivos que aportan un mayor valor bruto a la producción agrícola son la papa, la alfalfa, la cebada grano, el maíz amiláceo y la arveja grano verde (Tabla 8).

Tabla 8. Superficie cosechada, rendimiento y producción de los principales cultivos anuales en el Departamento de Huancavelica (Campaña agrícola promedio: 1999-00 al 2012-13)

Cultivo	Superficie cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)	Producción (t)
Papa	17 928,73	9,96	178 594,36
Cebada grano	16 581,39	1,34	22 222,14
Maíz amiláceo	13 318,18	1,43	19 081,80
Alfalfa	9703,90	15,85	153 804,30
Trigo	4965,14	1,28	6348,64
Haba grano seco	4928,16	1,37	6774,46
Arveja grano verde	3694,31	3,61	13 349,97
Arveja grano seco	3283,62	1,33	4353,93
Frijol grano seco	3043,80	1,36	4154,48
Haba grano verde	1811,54	3,71	6720,97
Olluco	1513,52	5,27	7974,64
Avena forrajera	943,00	10,77	10 155,87
Avena grano	583,90	1,18	689,38
Maíz choclo	453,69	8,49	3852,72
Quinua	397,49	0,78	310,13
Oca	340,58	4,75	1619,08
Tarwi grano seco o chocho	321,85	1,27	410,01
Mashua	289,05	5,15	1488,15
Maíz amarillo duro	189,80	1,52	287,99
Ajo	152,05	5,04	765,82
Maca	79,20	5,25	416,08
Caña	75,57	16,71	1263,17
Lenteja grano seco	50,35	1,09	54,86
Kiwicha	44,50	0,63	28,00

Fuente: Dirección Regional de Agricultura de Huancavelica (2013)

La Tabla 9 muestra las variables de la producción de los principales cultivos transitorios producidos, a nivel provincial, en el Departamento de Huancavelica.



Tabla 9. Superficie cosechada, rendimiento y producción de los principales cultivos anuales producidos en las provincias del Departamento de Huancavelica (Campaña agrícola promedio: 1999-00 al 2012-13)

Provincia	Cultivo	Superficie cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)	Producción (tm)
Acobamba	Cebada grano	3078,46	1,38	4261,73
	Papa	2310,35	10,31	23 829,95
	Maíz amiláceo	1844,05	1,42	2621,75
	Arveja grano verde	1576,12	3,63	5724,03
	Haba grano seco	1346,61	1,38	1859,96
	Trigo	1053,15	1,30	1365,89
	Arveja grano seco	465,57	1,28	596,90
	Fríjol grano seco	230,00	1,20	275,87
Angaraes	Cebada grano	2587,83	1,27	3293,99
	Papa	1473,68	9,14	13 464,90
	Maíz amiláceo	1187,38	1,30	1543,80
	Trigo	697,84	1,21	846,16
	Haba grano seco	469,00	1,30	607,52
	Arveja grano seco	318,85	1,27	404,60
	Arveja grano verde	269,71	3,34	901,54
	Fríjol grano seco	10,10	1,22	12,30
Castrovirreyna	Papa	578,10	8,99	5194,78
	Cebada grano	494,30	1,34	662,38
	Trigo	286,10	1,31	374,98
	Maíz amiláceo	278,90	1,36	380,10
	Haba grano seco	143,10	1,43	204,79
	Arveja grano seco	61,50	1,43	87,80
	Arveja grano verde	46,40	3,34	154,83
	Fríjol grano seco	40,50	1,28	51,89
Churcampá	Papa	1783,05	9,51	16 953,94
	Maíz amiláceo	2385,50	1,44	3424,15
	Cebada grano	1783,60	1,35	2404,10
	Arveja grano seco	803,40	1,32	1060,56
	Trigo	736,70	1,29	949,47
	Haba grano seco	624,15	1,36	849,59
	Fríjol grano seco	310,90	1,25	389,13
	Arveja grano verde	283,68	3,41	967,12

Huancavelica	Papa	4037,07	9,70	39 142,34
	Cebada grano	5357,20	1,32	7096,06
	Trigo	1206,15	1,27	1533,47
	Haba grano seco	1202,80	1,38	1662,26
	Maíz amiláceo	1104,55	1,41	1553,91
	Arveja grano seco	643,20	1,31	840,56
	Arveja grano verde	190,40	3,42	651,91
	Fríjol grano seco	14,60	1,25	18,32
Huaytará	Cebada grano	743,70	1,25	929,46
	Papa	619,20	8,77	5433,26
	Maíz amiláceo	493,30	1,26	623,44
	Trigo	464,40	1,25	579,00
	Haba grano seco	234,40	1,28	300,59
	Arveja grano seco	78,90	1,23	96,87
	Arveja grano verde	24,40	3,30	80,44
	Fríjol grano seco	21,90	1,25	27,31
Tayacaja	Papa	7127,29	10,46	74 575,20
	Maíz amiláceo	6024,50	1,48	8934,66
	Cebada grano	2536,30	1,41	3574,41
	Fríjol grano seco	2415,80	1,40	3379,65
	Arveja grano verde	1303,60	3,74	4870,11
	Arveja grano seco	912,20	1,39	1266,64
	Haba grano seco	908,10	1,42	1289,75
	Trigo	520,80	1,34	699,68

Fuente: Dirección Regional de Agricultura de Huancavelica (2013)

#### a. Provincia de Acobamba

Los principales cultivos transitorios que se cosechan son la cebada grano (3078,46 ha), la papa (2310,35 ha), el maíz amiláceo (1844,05 ha), la arveja grano verde (1576,12 ha), el haba grano seco (1346,61 ha) y el trigo (1053,15 ha); en áreas agrícolas bajo riego y secano (Tabla 9).

El distrito de Paucará es el primer productor de papa tanto a nivel departamental como provincial (1017,95 ha) y primer productor de cebada grano (1012,41 ha) a nivel provincial. El mayor rendimiento de papa se obtiene en el distrito de Caja (10,86 t/ha), y de cebada grano en el distrito de Paucará (1,43 t/ha).

El distrito de Acobamba es el primer productor de maíz amiláceo (407,15 ha), trigo (334,2 ha) y haba grano seco (243,81 ha). Sin embargo, los rendimientos obtenidos son menores a lo registrado en Marcas (1,52 t/ha para maíz amiláceo) y Paucará (1,34 t/ha para trigo y 1,42 t/ha para haba grano seco).

**b. Provincia de Angaraes**

Los principales cultivos anuales que se cosechan son la cebada grano (2587,83 ha), la papa (1473,68 ha) y el maíz amiláceo (1187,38 ha); en áreas agrícolas bajo riego y secano. La cebada grano, la papa y el maíz amiláceo son los cultivos que obtienen los menores rendimientos, en todo el departamento, con 1,25, 8,77 y 1,26 t/ha, respectivamente (Tabla 9).

El distrito de Anchonga es el segundo productor de cebada grano a nivel departamental y primer productor a nivel provincial (1115,33 ha). El rendimiento del cultivo (1,27 t/ha) se encuentra alrededor de 1,31 t/ha, el cual se obtiene en el distrito de Huayllay Grande.

El distrito de Lircay es el mayor productor de papa (495,55 ha) con un rendimiento promedio de 9,04 t/ha. El rendimiento máximo se obtiene en el distrito de Chincho, donde la cantidad de producto comercial (tubérculos) es de 9,72 t/ha.

Respecto al maíz amiláceo, la mayor superficie cosechada se ubica en el distrito de Congalla (205,05 ha). En esta zona se cosechan 1,31 t/ha, cantidad muy próxima al valor máximo (1,34 t/ha) que corresponde al distrito de Lircay.

**c. Provincia de Castrovirreyna**

Los principales cultivos transitorios que se cosechan son la papa (578,1 ha) y la cebada grano (494,3 ha); en áreas agrícolas bajo riego y secano. El haba grano seco es el cultivo que obtiene el mayor rendimiento (1,43 t/ha), el trigo el segundo mayor rendimiento (1,31 t/ha) y la papa el segundo menor rendimiento (8,99 t/ha) a nivel departamental (Tabla 9).

Los distritos de Aurahua y Chupamarca presentan las mayores áreas cosechadas de papa con 123,1 y 93,6 ha, respectivamente. Sin embargo, los rendimientos obtenidos en ambos distritos (8,8 y 8,52 t/ha, respectivamente) son inferiores a lo reportado en el distrito de Santa Ana (9,93 t/ha).

Los distritos de Aurahua y Chupamarca también registran las mayores superficies cosechadas de cebada grano con 102,2 ha y 82,8 ha, respectivamente. Sin embargo, los rendimientos que se obtienen en estos lugares (1,42 y 1,39 t/ha respectivamente) son menores a lo registrado en los distritos de Santa Ana y Huamatambo, donde se obtuvieron 1,45 t/ha.

**d. Provincia de Churcamp**

Los principales cultivos anuales que se cosechan son el maíz amiláceo (2385,5 ha), la cebada grano (1783,6 ha) y la papa (1783,05 ha); en áreas agrícolas bajo riego y secano. El maíz amiláceo presenta el segundo mayor rendimiento en todo el Departamento con 1,44 t/ha (Tabla 9).

El distrito de Paucarbamba es el mayor productor de papa y maíz amiláceo con 4476,98 y 1069,65 t, respectivamente. El rendimiento promedio de papa es de 9,23 t/ha y de maíz amiláceo de 1,5 t/ha, valores inferiores a lo que se obtiene en los distritos de Anco (10,12 t/ha para papa) y Cosme (1,57 t/ha para maíz amiláceo).

La superficie cosechada de cebada grano es mayor en los distritos de Churcamp (382,2 ha) y Anco (310,5 ha) y menor en los distritos de La Merced (39 ha) y San Miguel de Mayocc

(22,5ha). En los distritos de Cosme y Paucarbamba se registran los mayores rendimientos de grano con 1,46 y 1,41 t/ha, respectivamente.

#### **e. Provincia de Huancavelica**

Los principales cultivos transitorios que se cosechan son la cebada grano (5357,2 ha), la papa (4037,07 ha), el trigo (1206,15 ha), el haba grano seco (1202,8 ha) y el maíz amiláceo (1104,55 ha); en áreas agrícolas bajo riego y secano. El haba grano seco presenta el tercer mayor rendimiento, en todo el Departamento, con 1,38 t/ha (Tabla 9).

El distrito de Acoria es el primer productor de cebada grano (1465,2 ha), trigo (428,4 ha) y haba grano seco (208,8 ha); y el segundo productor de papa (1326,14 ha) y maíz amiláceo (737,9 ha) a nivel departamental y provincial.

El mayor rendimiento de cebada grano se obtiene en los distritos de Laria, Palca y Mariscal Cáceres con 1,38 t/ha respectivamente; de papa en los distritos de Acoria y Manta con 10,22 y 10,04 t/ha respectivamente; de trigo en los distritos de Ascensión y Huando con 1,39 y 1,33 t/ha respectivamente; de haba grano seco en los distritos de Vilca y Moya con 1,49 y 1,46 t/ha respectivamente; finalmente, de maíz amiláceo en los distritos de Palca y Izcuchaca con 1,57 y 1,52 t/ha respectivamente.

#### **f. Provincia de Huaytará**

Los principales cultivos anuales que se cosechan son la cebada grano (743,7 ha) y la papa (619,2 ha), el maíz amiláceo (493,3 ha) y el trigo (464,4 ha); en áreas agrícolas bajo riego y secano. La cebada grano, la papa y el maíz amiláceo son los cultivos que presentan los menores rendimientos, en todo el Departamento, con 1,25, 8,77 y 1,26 t/ha respectivamente (Tabla 9).

El distrito de Santiago de Chocorvos presenta la mayor superficie cosechada de cebada grano (124,11 ha), papa (86,1 ha) y trigo (63,4 ha). En el cultivo de maíz amiláceo, en el distrito de San Isidro se cosechan 61,7 ha, valor superior a lo reportado en los demás distritos.

Los mayores rendimientos de cebada grano se alcanzan en los distritos de Santiago de Chocorvos (1,35 t/ha) y Huayacundo Arma (1,33 t/ha); de papa en los distritos de Santo Domingo de Capillas (9,19 t/ha) y Córdova (9,04 t/ha); de maíz amiláceo en el distrito de San Isidro; y finalmente, de trigo en el distrito de Santiago de Chocorvos (1,33 t/ha).

#### **g. Provincia de Tayacaja**

Los principales cultivos transitorios que se cosechan son la papa (7127,29 ha), el maíz amiláceo (6024,5 ha) y la cebada grano (2536,3 ha); en áreas agrícolas bajo riego y secano. La papa (10,46 t/ha), el maíz amiláceo (1,48 t/ha), la cebada grano (1,41 t/ha) y el trigo (1,34 t/ha) son los cultivos que presentan los mayores rendimientos en todo el Departamento (Tabla 9).

El distrito de Colcabamba presenta la mayor superficie cosechada de papa (1710,3 ha) a nivel departamental y provincial; con un rendimiento promedio de 10,84 t/ha, valor muy próximo al obtenido en el distrito de Daniel Hernández (10,9 t/ha).

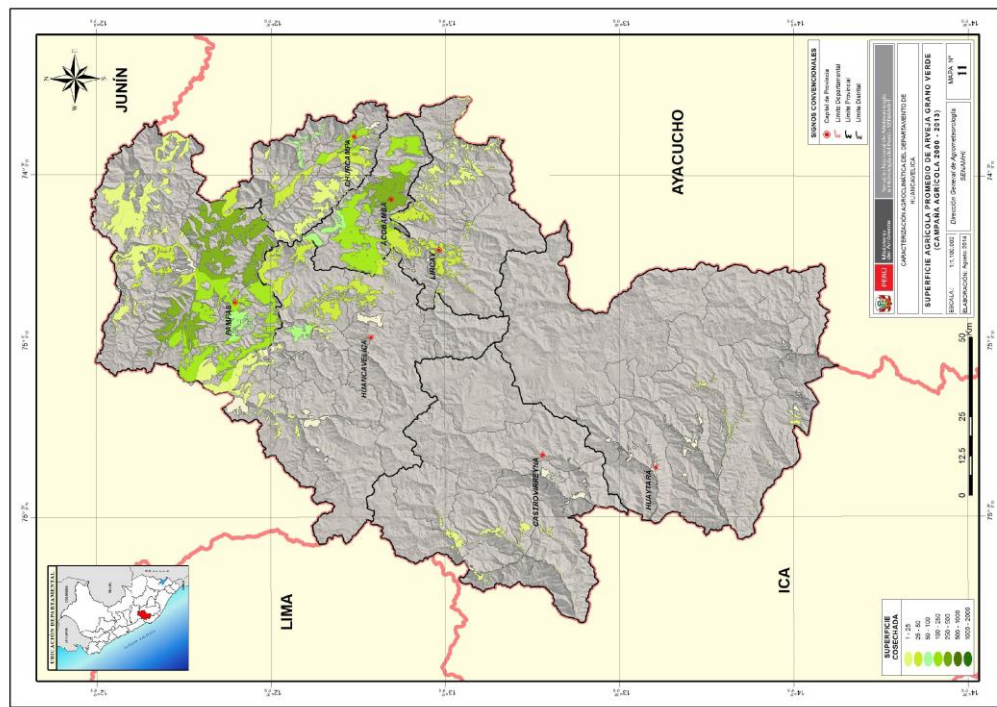


En el maíz amiláceo, la mayor superficie cosechada ocurre en el distrito de Colcabamba. El rendimiento obtenido (1,54 t/ha) se encuentra entre los más altos de la provincia, siendo sólo superado por el distrito de Daniel Hernández (1,55 t/ha).

En la cebada grano, los distritos de Acostambo (504,8 ha) y Colcabamba (489,4 ha) presentan las mayores extensiones de superficie cosechada. Sin embargo, los rendimientos que se obtienen fueron menores a lo registrado en los distritos de Ñahuimpuquio (1,49 t/ha) y Pampas (1,47 t/ha).

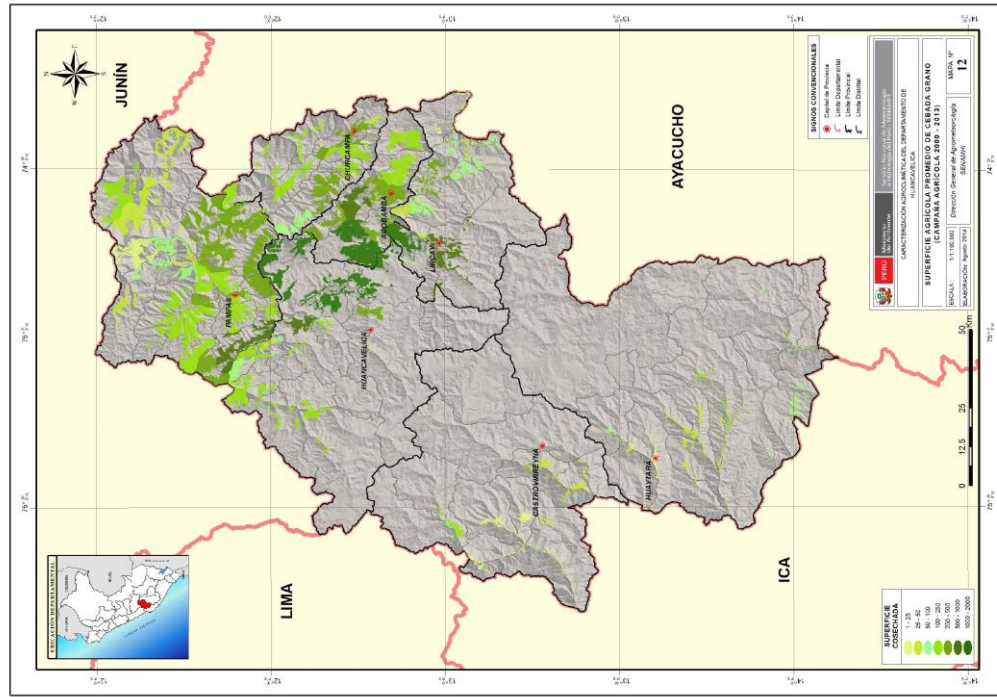
Los Mapas 11 al 16 muestran la distribución espacial de la superficie cosechada promedio (campaña agrícola 1999-00 al 2012-13) de los principales cultivos producidos en el Departamento de Huancavelica.

Mapa 11. Superficie cosechada promedio de arveja grano verde en el Departamento de Huancavelica



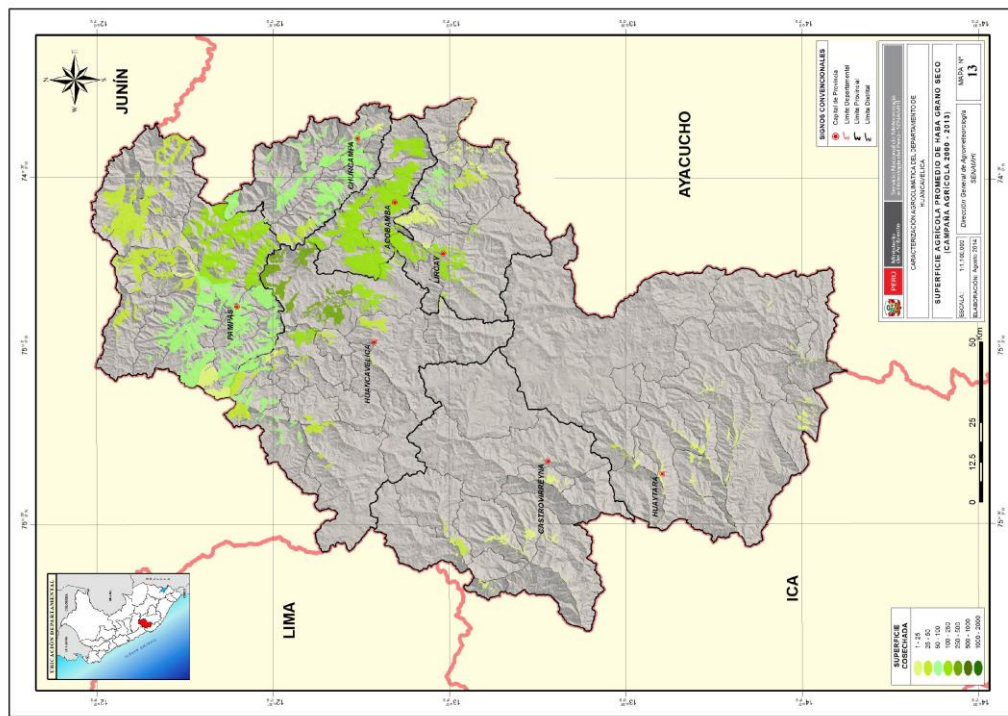
Fuente: Elaboración propia

Mapa 12. Superficie cosechada promedio de cebada grano en el Departamento de Huancavelica



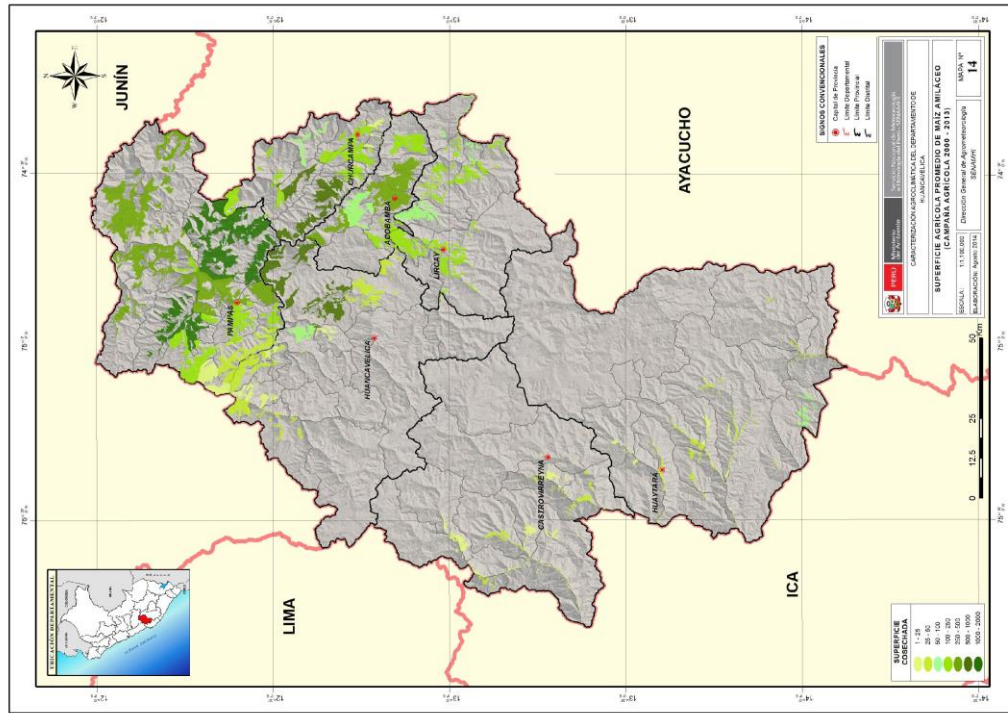
Fuente: Elaboración propia

Mapa 13. Superficie cosechada promedio de haba grano seco en el Departamento de Huancavelica



Fuente: Elaboración propia

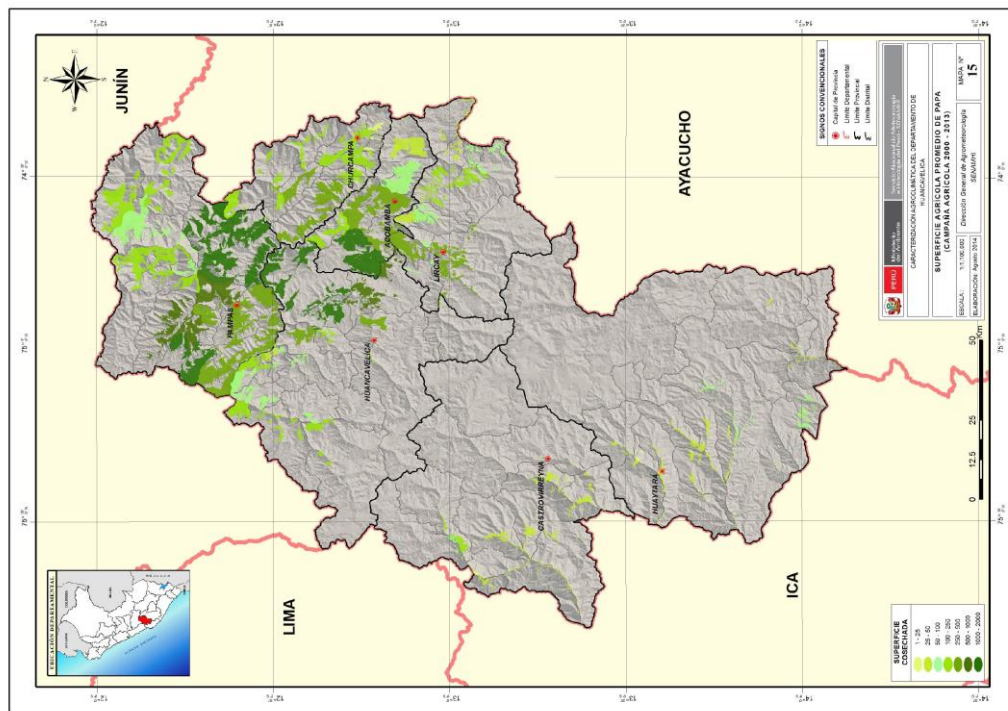
Mapa 14. Superficie cosechada promedio de maíz amiláceo en el Departamento de Huancavelica



Fuente: Elaboración propia

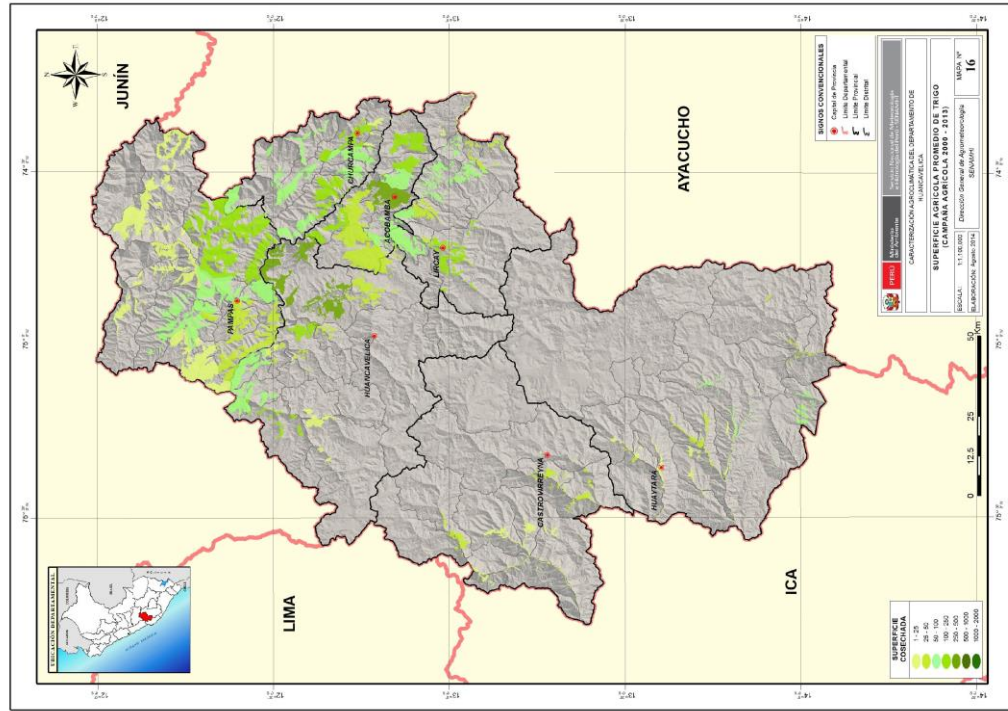


Mapa 15. Superficie cosechada promedio de papa en el Departamento de Huancavelica



Fuente: Elaboración propia

Mapa 16. Superficie cosechada promedio de trigo en el Departamento de Huancavelica



Fuente: Elaboración propia



### 2.3.2 Sector pecuario

A nivel de unidad productiva, también tiene importancia la producción pecuaria, ya que le permite al productor agrario obtener los ingresos monetarios adicionales necesarios para adquirir productos indispensables para desarrollar su actividad agrícola, pecuaria o como medio de sustento, y también para aprovechar los rastrojos de las cosechas de las parcelas agrícolas dispersas en las áreas de pastoreo alejadas. Además, este tipo de actividad se considera segura, porque los productos o subproductos que se obtienen de ella no son perecibles y pueden ofertarse en cualquier momento.

La crianza de ovinos, porcinos, aves y cuyes se realiza en forma doméstica, con la finalidad de proveerse de carne para el autoconsumo y el excedente ofertarlo al mercado. La crianza doméstica de cuyes tiene importancia en la zona y se lleva a cabo con la finalidad de obtener carne; su desarrollo, sin embargo, se ve afectado por enfermedades y parásitos que limitan su expansión.

Las Tabla 10 muestra la población pecuaria de ganado vacuno, ovino, porcino y alpacas que se crían, a nivel provincial, en el Departamento de Huancavelica.

Tabla 10. Población de ganado vacuno en el Departamento de Huancavelica

Provincia	Ganado			
	Vacuno	Ovino	Porcino	Alpacas
Acobamba	19 603	58 736	8671	1960
Angares	14 274	60 648	3863	43 580
Castrovirreyna	22 749	71 814	962	57 827
Churcampa	13 942	40 313	8903	94
Huancavelica	28 359	233 610	6058	129 737
Huaytará	44 338	96 057	1917	71 386
Tayacaja	41 272	79 064	20 781	11 002
Total departamental	184 537	640 242	51 155	315 586

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012)

Fotografía 11. Ganado vacuno, ovino, porcino y auquénido que se crían en el Departamento de Huancavelica

<p>a. Ganado vacuno</p> 	<p>b. Ganado ovino</p> 
<p>Fuente: SENAMHI</p>	<p>Fuente: SENAMHI</p>
<p>c. Ganado porcino</p> 	<p>d. Ganado auquénido</p> 
<p>Fuente: SENAMHI</p>	<p>Fuente: SENAMHI</p>

## 2.4 CULTIVOS PRIORIZADOS

Para este estudio agroclimático del Departamento de Huancavelica se priorizaron los cultivos de arveja grano verde, cebada grano, haba grano seco, maíz amiláceo, papa y trigo; los cuales fueron seleccionados por la superficie cosechada, importancia socioeconómica y por ser cultivos que contribuyen a la seguridad alimentaria del poblador.

## III. OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo general

- Caracterizar agroclimáticamente el Departamento de Huancavelica.

### 3.2 Objetivos específicos

#### Objetivo específico 1:

- Caracterizar agrícolamente los cultivos priorizados.

#### Objetivo específico 2:

- Caracterizar los principales parámetros climáticos y eventos extremos relacionados con los cultivos priorizados.

#### Objetivo específico 3:

- Determinar el comportamiento de los principales parámetros climáticos y la disponibilidad de agua necesaria para el crecimiento y desarrollo de los cultivos priorizados.

#### Objetivo específico 4:

- Evaluar a través de percepciones de la población el impacto de la variabilidad climática sobre los cultivos priorizados.

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1 BASE DE DATOS

#### 4.1.1 Climática

Se utilizaron series históricas de parámetros climáticos registradas en las estaciones meteorológicas del SENAMHI, localizadas dentro y fuera de la zona de estudio. Los parámetros climáticos evaluados en el estudio fueron la temperatura máxima y mínima del aire, precipitación, humedad relativa y velocidad del viento. La red de estaciones priorizadas se muestra en el Mapa 17.

Para el análisis espacial del área de estudio se utilizó información climática de las estaciones meteorológicas que se presentan en la Tabla 11 y para el periodo 1995 al 2013. Asimismo, el análisis espacial del comportamiento climático fue evaluado para el periodo agrícola noviembre a mayo, etapa donde la mayoría de los productores agrarios producen los cultivos priorizados.

Por otro lado, la evaluación temporal de los parámetros climáticos en el área de estudio fue realizada a partir de la información de las estaciones meteorológicas de Acobamba, Acostambo, Challaca, Huachos, Huancalpi, Huancavelica, Lircay, Pampas, Paucarbamba, Pilchaca, Salcabamba y San Juan de Castrovirreyna. Sobre las cuales se realizó un análisis térmico a fin de sectorizar la región en cuatro zonas, en base a las características térmicas, topográficas y clasificación climática realizada por Thornthwaite y establecida por SENAMHI para el Perú. A partir de ello se han tomado las estaciones de Salcabamba, Huancavelica, Pilchaca, Acobamba y Challaca como las más representativas de las condiciones climáticas que imperan en Huancavelica.



Mapa 17. Distribución de la red de estaciones meteorológicas priorizadas para el estudio



Fuente: Elaboración propia



Tabla 11. Estaciones meteorológicas y parámetros climáticos utilizados para el estudio

Estación	Departamento	Provincia	Distrito	Latitud (W)	Longitud (S)	Altura (msnm)	Parámetro	Período	
								Inicio	Fin
Acobamba	Huancavelica	Acobamba	Acobamba	12°51'	74°33'	3356	Tmáx, Tmín, VV	1995	2013
							PP	1965	2013
Acostambo	Huancavelica	Tayacaja	Acostambo	12°21'	75°03'	3675	Tmáx, Tmín, VV	1989	2013
							PP	1989	2013
Challaca	Huancavelica	Huaytará	San Francisco de Sangayaico	13°47'	75°23'	1880	Tmáx, Tmín, VV	2001	2012
							PP	2001	2013
Córdova	Huancavelica	Huaytará	Córdova	14°02'	75°10'	3069	PP	1965	2013
Cusicancha	Huancavelica	Huaytará	San Antonio de Cusicancha	13°29'	75°18'	2657	PP	1965	2013
Huachos	Huancavelica	Castrovirreyna	Huachos	13°13'	75°32'	2598	PP	1980	2013
Huancalpi	Huancavelica	Huancavelica	Wilca	12°32'	75°14'	4450	Tmáx, Tmín, VV	2002	2013
							PP	1965	2013
Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Ascensión	12°46'	75°02'	3860	Tmáx, Tmín, VV	1999	2011
							PP	1965	2013
Lircay	Huancavelica	Angares	Lircay	12°58'	74°43'	3513	Tmáx, Tmín, VV	1985	2013
							PP	1965	2013
Pilchaca	Huancavelica	Huancavelica	Pilchaca	12°24'	75°05'	3650	Tmáx, Tmín, VV	1966	2013
							PP	1966	2013
Salcabamba	Huancavelica	Tayacaja	Salcabamba	12°11'	74°47'	3275	Tmáx, Tmín, VV	2001	2013
							PP	1992	2013
Pampas	Huancavelica	Tayacaja	Pampas	12°23'	74°51'	3240	Tmáx, Tmín	1995	2013
							PP	1989	2013
Paucarbamba	Huancavelica	Churcampá	Chinchihuasi	12°33'	74°32'	3370	Tmáx, VV	1993	2013
							PP	1965	2013
San Juan de Castrovirreyna	Huancavelica	Castrovirreyna	Tantara	13°12'	75°38'	2398	Tmáx, Tmín	2002	2013
							PP	1969	2013
Tambo	Huancavelica	Huaytará	Tambo	13°41'	75°16'	3113	PP	1965	2013

**ESTACIONES COMPLEMENTARIAS**

Estación	Departamento	Provincia	Distrito	Latitud (W)	Longitud (S)	Altura (msnm)	Parámetro	Período	
								Inicio	Fin
La Quinua	Ayacucho	Huamanga	Quinua	13°02'	74°08'	3316	Tmáx	1965	2013
							PP	1965	2013
Llauta	Ayacucho	Lucanas	Llauta	14°14'	74°55'	3043	PP	1965	2013
Wayllapampa	Ayacucho	Huamanga	Pacaycasa	13°04'	74°13'	2470	PP	2003	2013
Conta	Ica	Chincha	El Carmen	13°26'	75°58'	350	PP	2002	2013
Huamani	Ica	Ica	San José de los Molinos	13°50'	75°35'	1060	Tmáx, Tmín	1965	2013
							PP	1965	2013
Huancano	Ica	Pisco	Huancano	13°37'	75°40'	844	Tmáx, Tmín	1965	2013
							PP	1965	2013
Letrayoc	Ica	Pisco	Huancano	13°39'	75°43'	1304	PP	2000	2013

Estación	Departamento	Provincia	Distrito	Latitud (W)	Longitud (S)	Altura (msnm)	Parámetro	Período	
								Inicio	Fin
Pampa Blanca	Ica	Palpa	Río Grande	14°14'	75°06'	1025	Tmáx, Tmín	1965	2013
							PP	1965	2013
San Juan de Yanac	Ica	Chincha	San Juan de Yanac	13°13'	75°47'	2540	Tmáx, Tmín	2001	2013
							PP	1965	2013
Tacama	Ica	Ica	Salas	13°59'	75°45'	432	Tmáx, Tmín	1994	2013
							PP	1994	2013
Comas	Junín	Concepción	Comas	11°44'	75°07'	3640	Tmáx, Tmín	1994	2013
							PP	1994	2013
Huayao	Junín	Chupaca	Huachac	12°02'	75°20'	3360	Tmáx, Tmín	1965	2013
							PP	1965	2013
Ingenio	Junín	Concepción	Santa Rosa de Ocopa	11°52'	75°17'	3422	Tmáx, Tmín	2001	2013
							PP	1965	2013
Laive	Junín	Chupaca	Yanacancha	12°15'	75°21'	3831	PP	1965	2013
San Juan de Jarpa	Junín	Chupaca	San Juan de Jarpa	12°07'	75°25'	3650	Tmáx, Tmín	1997	2013
							PP	1997	2013
Santa Ana	Junín	Huancayo	El Tambo	12°00'	75°13'	3302	Tmáx, Tmín	1992	2013
							PP	1992	2013
Shullcas	Junín	Huancayo	El Tambo	12°00'	75°10'	3750	PP	1997	2013
Viques	Junín	Huancayo	Viques	12°09'	75°14'	3186	PP	1983	2013
Huangascar	Lima	Yauyos	Huangascar	12°53'	75°50'	2533	PP	1965	2013
Pacarán	Lima	Cañete	Pacarán	12°51'	76°03'	721	Tmáx, Tmín	1965	2013
							PP	1965	2013
Vilca	Lima	Yauyos	Huancalla	12°06'	75°49'	3810	PP	1965	2013
Yauyos	Lima	Yauyos	Colonia	12°29'	74°54'	2294	PP	1965	2013

Fuente: Elaboración propia

Tmáx : Temperatura máxima (°C)

Tmín : Temperatura mínima (°C)

PP : Precipitación (mm)

VV : Velocidad del viento (m/s)

### a) Control de calidad

El control de calidad primario de los datos meteorológicos se realizó con procesos automatizados y en forma manual. La primera fase se basó en un análisis exploratorio de los datos a fin de identificar posibles saltos u outliers con el programa RClimDex. La segunda fase consistió en verificar la homogeneidad de la serie histórica por medio de la prueba F-Fisher de homogeneidad de varianzas y la prueba t-Student de homogeneidad de medias.

El control de calidad secundario se basó en verificar los datos dudosos en las planillas manuales meteorológicas. Los datos encontrados por mala anotación o digitación fueron eliminados o corregidos buscando la coherencia interna y consistencia espacial con estaciones vecinas de similar comportamiento climático.

## b) Mapas agroclimáticos

Se utilizaron mapas mensuales de cada uno de los parámetros climáticos con la finalidad de elaborar mapas agroclimáticos de los cultivos priorizados para el período agrícola: noviembre a mayo.

Los mapas de temperatura máxima y mínima fueron elaborados por el método de regresión lineal múltiple donde, el comportamiento de la temperatura es explicado por la longitud (Y) y la elevación (DEM). Para la precipitación, las variables que explican su comportamiento corresponden a la latitud (X), longitud (Y) y elevación (DEM). Una gran ventaja del método es la corrección de la interpolación a partir de un mapa de errores que permite ajustar el mapa resultante y representar el comportamiento de la variable que no pudo ser explicada mediante la fórmula (Quevedo y Sánchez, 2009).

El mapa de humedad relativa fue calculado mediante álgebra de mapas, expresado como el cociente entre la presión real de vapor ( $e_a$ ) a una temperatura hallada mediante el método psicrométrico y la presión media de vapor de saturación ( $e_s$ ) a la misma temperatura.

El mapa de evapotranspiración referencial se elaboró mediante el modelo de Hargreaves-Samani (1985), el cual se aproxima al método de Penman Monteith. Los parámetros que requiere el modelo son: temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media y radiación extraterrestre.

### 4.1.2 Agrícola

La información estadística mensual sobre la superficie sembrada y cosechada, así como del calendario histórico de cada cultivo priorizado, se obtuvo de la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos (OEEE-UE) del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Esta información correspondió a las campañas agrícolas 2004-05 al 2012-13.

## 4.2 EVALUACIÓN DE LOS CULTIVOS

Brinda información básica sobre los requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje; así como el comportamiento fenológico y la estacionalidad histórica de las siembras y cosechas de cada cultivo priorizado.

### Requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje

Las exigencias medioambientales que presenta cada cultivo priorizado, tanto para el crecimiento y desarrollo de sus funciones fisiológicas, se determinaron a partir de información primaria (entrevista a especialistas) y secundaria (publicaciones y/o investigaciones).

Se consigna información sobre requerimientos térmicos, hídricos, humedad relativa, fotoperiodo, propiedades físicas y químicas del suelo, así como de altitud y pendiente para cada uno de los cultivos priorizados.

### Fenología

El comportamiento fenológico de cada cultivo priorizado se definió a partir de información fenológica proveniente del FENOSYS (SENAMHI, 2014), así como de la estacionalidad histórica de las siembras y cosechas obtenidas del MINAGRI (2014).

La información de entrevistas realizadas a especialistas y productores agrarios permitió validar la información fenológica de cada cultivo priorizado.

Tomando en consideración la definición de los períodos fenológicos y las fases fenológicas establecida por diversos autores, se determinó el comportamiento fenológico de la siguiente manera:

- Cultivo de arveja:

Germinación, emergencia, desarrollo de las hojas, botón floral, floración, formación del fruto, maduración y senescencia.

- Cultivo de cebada:

Germinación, emergencia, tercera hoja, macollaje, encañado, espiga, floración, maduración y senescencia.

- Cultivo de haba:

Germinación, emergencia, macollaje, botón floral, floración, formación del fruto, maduración y senescencia.

- Cultivo de maíz:

Germinación, emergencia, desarrollo de hojas, panojamiento, espigamiento, maduración lechosa, maduración pastosa, maduración cornea, senescencia.

- Cultivo de papa:

Brotamiento, emergencia, brotes laterales, botón floral, floración, maduración y senescencia.

- Cultivo de trigo:

Germinación, emergencia, tercera hoja, macollaje, encañado, espiga, floración, maduración y senescencia.

#### **4.3 EVALUACIÓN AGROCLIMÁTICA**

Se describen las condiciones agroclimáticas de las estaciones meteorológicas representativas para los períodos agrícolas donde crecen y se desarrollan los cultivos priorizados y a nivel decadiario (10 días).

Para tales fines se utilizó la serie histórica de datos diarios disponibles de los parámetros climáticos (temperatura del aire, precipitación, humedad relativa y velocidad del viento) y para el periodo de registro histórico de cada estación.

##### **Temperatura**

Se analizó el comportamiento espacio temporal de la temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura media. Así mismo, la variación temporal de la temperatura mínima absoluta.



## Heladas

Las heladas meteorológicas se definen como el descenso de la temperatura del aire a valores iguales o menores a 0°C a una altura de 1,5 metros sobre el nivel del suelo (OMM, 1992); en tanto que la helada agronómica se denomina al descenso de la temperatura a valores que causan daños parciales o totales en los tejidos de las plantas, sin llegar necesariamente a 0°C (Burgos, 1963).

En el presente estudio se evaluaron las heladas meteorológicas y agronómicas. La temperatura base considerada para evaluar el impacto de la helada agronómica sobre los cultivos priorizados se indica en la Tabla 12.

Tabla 12. Temperatura base (TB) de los cultivos priorizados

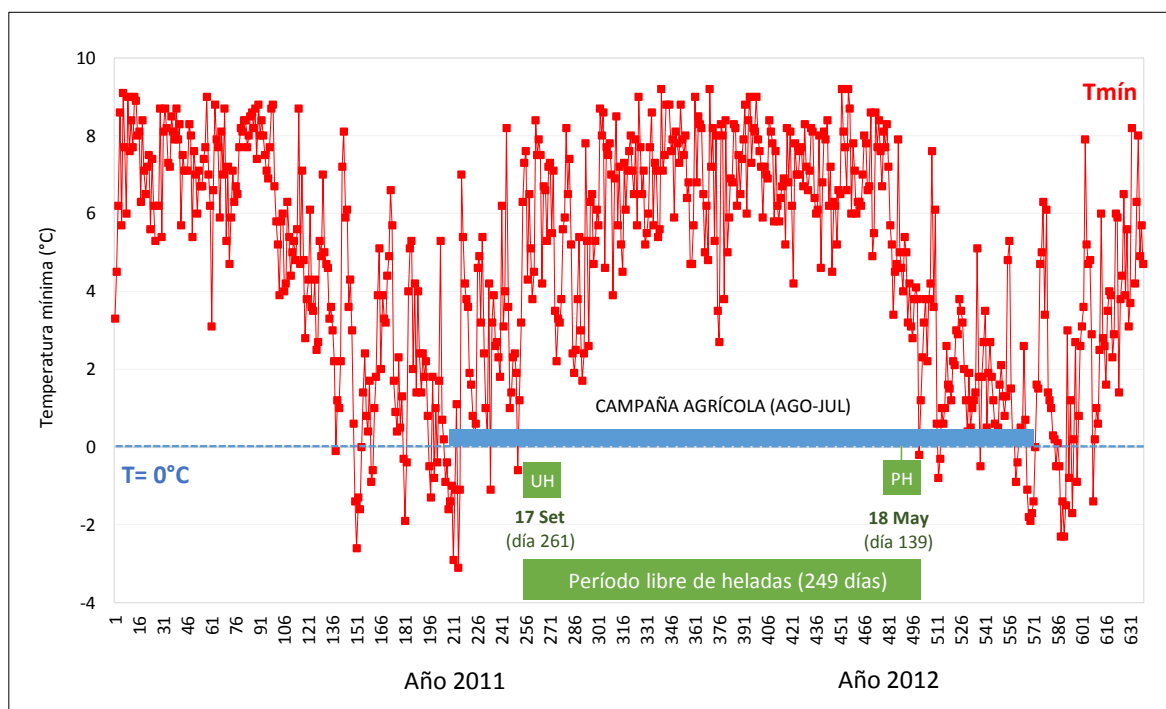
Cultivo priorizado	TB (°C)	Fuente bibliográfica
Arveja	5	Chiappe (1968), Doorenbos y Kassam (1979), Ortiz (1982) citado en Ruiz et al (1999), Parsons (1987), CIREN (1989), Santibáñez (1994), Yuste (1997)
Cebada	5	Prats y Grandcourt (1969), Menacho (1992), Coronel (2000), Gómez (2005), Collantes (2007)
Haba	5	Rivera (1973), Ballena (1983), Acosta (1984), Orellana y De la Cadena (1985), De La Torre (2003), Camarena et al (2003)
Maíz amiláceo	7	Manrique (1997), Lesur (2005), Altet (2006)
Papa mejorada	6	Smith (1977), López et al (1980), Cao y Tibbitts (1995)
Papa nativa dulce/amarga	4	Tibbitts (1995)
Trigo	5	De La Flor (1969), Falconi (2001), Gómez (2005), Jara (1993), Zarak (2001)

Fuente: Elaboración propia

La fecha media de la primera y última helada, la duración promedio del período libre de heladas y la intensidad media de las heladas (°C) a nivel mensual y anual se evaluaron siguiendo la metodología descrita en el Atlas de Heladas (SENAMHI, 2010). El cálculo de estos parámetros se realizó con el Software INSTAT versión 3.36 (University of Reading, 2014).

La Figura 8 muestra la representación de la primera, última helada y el período libre de heladas meteorológicas para la estación de Lircay.

Figura 8. Determinación de la fecha de la primera y última helada meteorológica, así como el período promedio libre de heladas meteorológicas en la estación de Lircay (Campaña agrícola 2011-12)



Fuente: Elaboración propia

## Precipitación

Para caracterizar la precipitación se definió en primer lugar el inicio de la estación lluviosa, para lo cual se calculó la contribución de la precipitación mensual de las lluvias con respecto al promedio anual, considerando el inicio de la estación lluviosa, el primer mes de lluvia con porcentaje superior o igual a 8,3%, y fin de la estación lluviosa el último mes de una serie consecutiva que acumule una cantidad de precipitación menor o igual a 8,3% respecto a la cantidad anual (Schrooder, 1966).

Se evaluó su distribución temporal para condiciones promedio, años húmedos y secos más representativos de la serie histórica. Asimismo, se muestra el comportamiento espacial de la precipitación total para el período agrícola noviembre a mayo.

Así mismo, se muestra el comportamiento espacial de la precipitación total para el período agrícola noviembre a mayo y para el período 1995 al 2013.

## Índices de sequías

Wilhite y Glantz (1985) definen la sequía agrícola como el déficit marcado y permanente de lluvia que reduce significativamente la producción agrícola con relación a la normal o los valores esperados para una región dada. La sequía agronómica implica un desequilibrio hídrico negativo en la planta, la cual no inicia cuando cesa la precipitación, sino cuando las

plantas ya no pueden absorber agua del suelo por estar agotadas las reservas (Ledesma, 2000).

Para cuantificar la sequía agrícola se utilizó el Índice de Severidad de Sequías de Palmer autocalibrado (SCPDSI), propuesto por Wells (2003), método que a partir de los parámetros de entrada (precipitación y la capacidad de agua disponible (CAD del suelo) calcula los componentes del balance de agua, incluyendo la evapotranspiración, la recarga del suelo, la escorrentía, la pérdida de humedad del horizonte superficial y presenta como resultado la duración, cantidad e intensidad de los eventos secos.

La severidad de la sequía fue estimada en función a la intensidad de la sequía, cuyos rangos se presentan en la Tabla 13. Asimismo se evaluó la distribución temporal y la variación interanual de las sequías agrícolas.

Tabla 13. Índices de sequía según la intensidad

Severidad	Rango
Sequía extrema	$\leq 4$
Sequía severa	de 3,0 a 3,99
Sequía moderada	de 2,0 a 2,99
Sequía ligera	de 1,0 a 1,99
Sequía incipiente	de 0,5 a 0,99
Normal	de 0,49 a 0,49
Humedad incipiente	de 0,50 a 0,99
Ligeramente húmedo	de 1,0 a 1,99
Moderadamente húmedo	de 2,0 a 2,99
Severamente húmedo	de 3,0 a 3,99
Extremadamente húmedo	de 4,0 a 4,99

Fuente: Wells (2003)

### Balance hídrico agrícola

El balance hídrico agrícola permite determinar para cada una de las fases fenológicas, de los cultivos priorizados, la disponibilidad de agua, evaporación, épocas de recarga de agua, el déficit y exceso de agua.

El balance hídrico agrícola se calculó a partir del método de Thornthwaite-Mater (1957) introduciendo información de los cultivos (época de siembra, período vegetativo, fases fenológicas, coeficiente de cultivo), la capacidad de agua disponible del suelo, capacidad de campo, punto de marchitez, densidad aparente y profundidad efectiva de las raíces (Baldión, 1987), así como la evapotranspiración potencial y la precipitación a nivel decadal.

La evapotranspiración referencial (ET<sub>o</sub>) se calculó utilizando la ecuación de Hargreaves-Samani (1985). Este método se emplea cuando no se tiene disponibilidad de datos meteorológicos de radiación solar, humedad relativa o velocidad del viento.

Los coeficientes del cultivo o Kc fueron obtenidos de una recopilación de diferentes fuentes bibliográficas (Tabla 14). Lo mejor es disponer de valores Kc para cada cultivo, fase fenológica y distintas fechas de siembra, pero en ausencia de esta información se puede usar estos valores referenciales de Kc.

Tabla 14. Valores de Kc utilizados para el balance hídrico

Cultivo	Etapas fenológicas	Kc
Arveja	Siembra-Emergencia	0,4
	Crecimiento vegetativo	0,4-1,2
	Crecimiento reproductivo	1,2
	Maduración	0,3-0,9
Cebada	Siembra-Emergencia	0,25
	Crecimiento vegetativo	0,3-0,9
	Crecimiento reproductivo	1,1
	Maduración	0,2-0,9
Haba	Siembra-Emergencia	0,4
	Crecimiento vegetativo	0,51
	Crecimiento reproductivo	1,15
	Maduración	0,31
Maíz	Siembra-Emergencia	0,3
	Crecimiento vegetativo	0,5-0,9
	Crecimiento reproductivo	1,2
	Maduración	0,3-0,7
Papa	Siembra-Emergencia	0,3
	Crecimiento vegetativo	0,4-0,9
	Crecimiento reproductivo	1,2
	Maduración	0,3-0,7
Trigo	Siembra-Emergencia	0,2
	Crecimiento vegetativo	0,41
	Crecimiento reproductivo	1,25
	Maduración	0,31

Fuente: FAO (2006a), James (1988), Stewart y Nielsen (1990)

El balance hídrico se realizó para el período agrícola donde se desarrollan las distintas fases fenológicas y los procesos fisiológicos de los cultivos priorizados, siendo de noviembre a marzo para la arveja, de noviembre a abril para la papa, y de noviembre a mayo para la cebada, haba, maíz amiláceo y trigo.

Así mismo, el balance hídrico se evaluó para condiciones promedio, condiciones húmedas y condiciones secas (para una campaña agrícola representativa de la serie histórica), según la información de cada estación meteorológica.



#### 4.4 PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA E IMPACTO EN LOS CULTIVOS

Se recopiló información primaria (encuestas) a fin de conocer qué percepción tienen los productores agrarios respecto a la variabilidad climática y sus impactos en los cultivos priorizados del distrito. Así mismo, se obtuvo información relacionada a las medidas de adaptación actuales y aspectos productivos, a fin de validar y complementar la información contenida en el presente estudio.

La información contenida en las encuestas de percepciones de la población fue ordenada, consistenciada y digitalizada en un formato de hoja de cálculo.

El detalle de los lugares donde se realizaron las entrevistas y el total de productores agrarios encuestados se detallan en la Tabla 15.

Tabla 15. Levantamiento de información primaria en el área de estudio

Provincia	Distrito	Método de recolección de la información	Fuente de información	Subtotal
Acobamba	Paucará	En campo	Productores agrarios	7
	Acobamba			4
Angaraes	Lircay			10
Churcampa	Churcampa			4
	Paucarbamba			9
Huancavelica	Huando			1
	Yauli			2
	Acoria			3
Tayacaja	Acostambo			9
	Colcabamba			2
		TOTAL DE ENTREVISTADOS		51

Fuente: Elaboración propia

## V. CARACTERIZACIÓN AGRÍCOLA DE LOS CULTIVOS PRIORIZADOS

En este capítulo se describen los requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje de cada cultivo priorizado. Así mismo, se analiza el comportamiento fenológico y estacional de las siembras y cosechas históricas de cada cultivo priorizado en el Departamento de Huancavelica.

### 5.1 REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS, EDÁFICOS Y DE PAISAJE

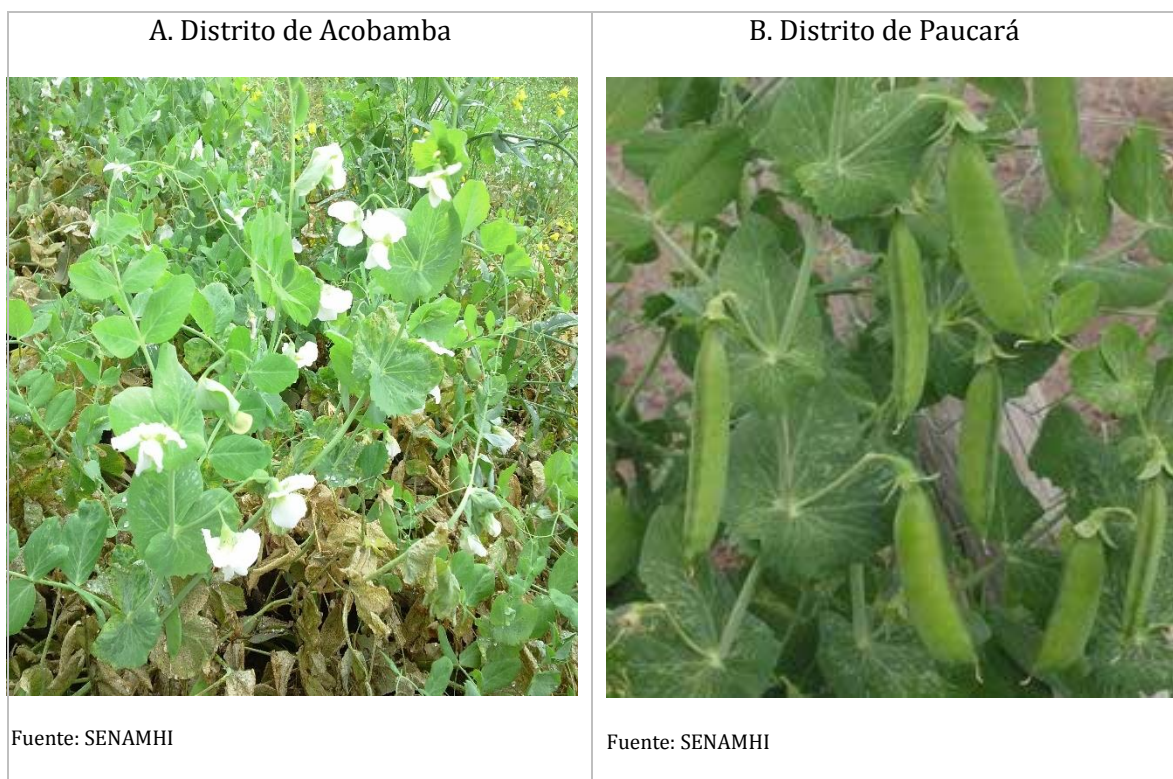
A continuación se describen las necesidades de clima, suelo y de paisaje de los cultivos que fueron priorizados en el análisis del presente estudio.

### 5.1.1 Arveja

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una leguminosa que crece en diversos agroecosistemas, cultivándose desde la costa durante el invierno y en toda la sierra entre los 2300 msnm a 3500 msnm (Paredes 1982; Medina, 1992; CARE, 2007). Nutricionalmente es una fuente importante de carbohidratos y proteínas que la convierte en un complemento ideal de la alimentación humana; agrícolamente mejora la fertilidad de los suelos, por su capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico (CARITAS, 2004).

La Tabla 16 resume los requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de arveja en la sierra altoandina.

Fotografía 12. Cultivo de arveja en el Departamento de Huancavelica



### Requerimientos climáticos

La planta se comporta adecuadamente en clima templado y templado-frío, con buena adaptación a períodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta, favoreciendo su enraizamiento y macollaje.

La temperatura óptima en la germinación oscila de 14 °C a 22 °C, en el crecimiento varía de 13 °C a 18 °C, en la floración oscila de 12 °C a 18 °C y en la maduración varía de 16 °C a 20 °C (Chiappe, 1968; Doorenbos y Kassam, 1979; Ortiz, 1982; Parson, 1987; Santibáñez, 1994; Yuste, 1997). La planta no crece si la temperatura se presenta por debajo de los umbrales térmicos y las heladas afectan a las plantas tiernas y a las que están floreciendo o en vaina,

produciendo granos pequeños. Si las temperaturas son elevadas, la planta crece mal y no hay buen rendimiento.

La precipitación es un elemento muy importante en la emergencia, floración y llenado de las vainas. La arveja requiere un régimen hídrico óptimo de 400 mm a 600 mm (Chiappe, 1968; Casseres, 1969; Doorenbos y Kassam, 1979; López, 1990).

En relación al fotoperiodo, la arveja es una planta indiferente en cuanto a la duración del día (Doorenbos y Kassam, 1979). El cultivo requiere condiciones intermedias de humedad atmosférica (Yuste, 1997) y de una iluminación intensa a moderada (FAO, 1994).

### **Requerimientos edáficos**

Aunque se adapta a diferentes tipos de suelo, la arveja requiere terrenos con textura franco arenoso a franco arcilloso con suelos profundos, sueltos, bien drenados y abundante materia orgánica.

No son recomendables suelos muy arcillosos, salinos y encharcados (Doorenbos y Kassam, 1979; Valadez, 1992; FAO, 1994; Dolores, 1996; Gómez, 1996; Yuste, 1997; Perales, 2011; Rojas, 1999; Huamán, 2001). El suelo óptimo debe presentar un pH entre 5,6 a 6,8 (Valadez, 1992; Dolores, 1996; Gómez, 1996; Perales, 2011; Rojas, 1999; Huamán, 2001).

Tabla 16. Requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en la sierra altoandina

I. Requerimientos Agroclimáticos					Fuentes bibliográficas
1. Requerimientos térmicos	Umbral Mínimo (°C)	Temperatura óptima (°C)		Umbral Máximo (°C)	
		Mínimo	Máximo		
a. Germinación	5	14	22	24	Chiappe, 1968; Casseres, 1969; Trepino y Murray, 1976; Doorenbos y Kassam, 1979; Ortiz, 1982; Parson, 1987; Santibañez, 1994; Yuste, 1997.
b. Crecimiento	5	13	18	27	
c. Floración	7	12	18	25	
c. Maduración	7	16	20	25	
2. Requerimientos hídricos	Umbral Mínimo (mm)	Precipitación óptima (mm)		Umbral Máximo (mm)	Fuentes bibliográficas
		Mínimo	Máximo		
		300	400	600	700
II. Requerimientos Edáficos					Fuentes bibliográficas
1. Propiedades físicas	Clase(s) óptima(s)				
a. Textura	Franco arenoso, Franco, Franco limoso y Franco arcilloso				Doorenbos y Kassam, 1979; Valadez, 1992; FAO, 1994; Dolores, 1996; Gomez, 1996; Yuste, 1997; Perales, 2011; Rojas, 1999; Huaman, 2001.
b. Profundidad efectiva	Moderadamente profundo (50-100 cm) y Profundo (100-150 cm)				Doorenbos y Kassam, 1979; Valadez, 1992; FAO, 1994; Dolores, 1996; Gomez, 1996; Yuste, 1997; Perales, 2011; Rojas, 1999; Huaman, 2001.
c. Drenaje	Bueno				
2. Propiedades químicas	Clase(s) óptima(s)				Fuentes bibliográficas
a. pH	Moderadamente ácido (5,6-6), Ligeramente ácido (6,1-6,5) y Neutro (6,6-7,3)				Valadez, 1992; Dolores, 1996; Gomez, 1996; Perales, 2011; Rojas, 1999; Huaman, 2001.
b. Materia orgánica	Alto (≥4%)				Valadez, 1992; Dolores, 1996; Gomez, 1996; Perales, 2011; Rojas, 1999; Huaman, 2001.
III. Requerimientos de Paisaje					Fuentes bibliográficas
1. Altitud	Rango óptimo (msnm)				
	Mínimo		Máximo		
	2300		3500		Paredes, 1982; Medina, 1992; CARE, 2007.
2. Pendiente	Rango óptimo (%)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
	0		25		Paredes, 1996; Palacios, 1997.

Elaboración: SENAMHI

### 5.1.2 Cebada grano

Entre los cereales de grano pequeño para la zona altoandina encontramos a la cebada grano como cultivo estratégico e importante para sus pobladores, que permite cubrir las necesidades alimenticias, además constituye una fuente de ingresos al comercializarse los

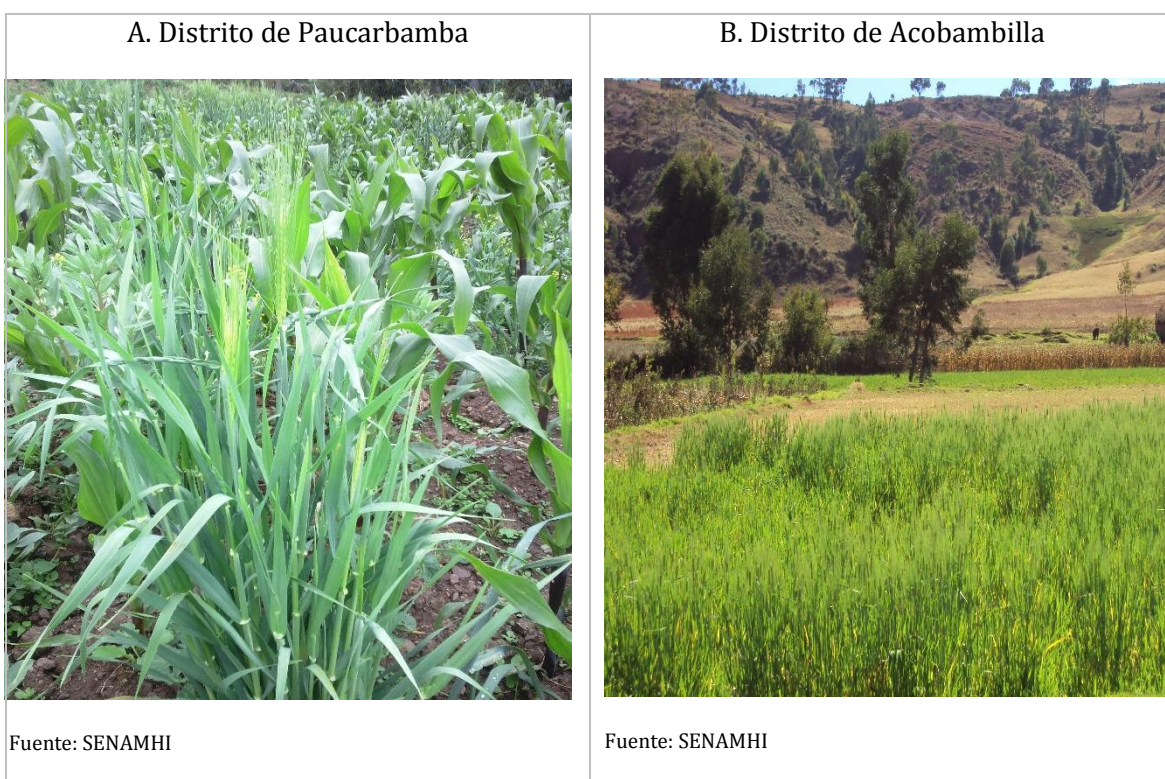


excedentes. En el Perú el 93,6% de las unidades productivas de la zona altoandina consumen la cebada que producen (INIA, 2014).

Es el cultivo con mayor rango de adaptación altitudinal, resistencia a la sequía, bajas temperaturas y a la salinidad del suelo. Se puede sembrar desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, siendo la zona óptima de 3000 msnm a 4000 msnm (INIPAGTZ, 1983; Barreto, 1997; INIA, 2014).

La Tabla 17 resume los requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de cebada en la sierra altoandina.

Fotografía 13. Cultivo de cebada grano en el Departamento de Huancavelica



### Requerimientos climáticos

La germinación requiere una temperatura óptima de 15°C a 22°C, con un umbral mínimo de 6°C (Prats y Grandcourt, 1969; Collantes, 2007). El rango térmico para que la planta desarrolle sus hojas y tallos oscila de 4°C a 30°C, con un valor óptimo de 15°C a 25°C (Menacho, 1992; Gómez, 2005; Collantes, 2007; Coronel, 2000). Las temperaturas más adecuadas para la etapa reproductiva se encuentran alrededor de 16°C a 21°C y para la maduración de 18°C a 21°C (Coronel, 2000; Collantes, 2007).

La planta para desarrollarse requiere de 600 mm a 800 mm de agua, con un umbral mínimo de 300 mm y un máximo de 1000 mm. Muchos especialistas consideran que la cebada es uno

de los cultivos que requiere poca cantidad de agua para desarrollar sus fases fenológicas (DGET, 1983; INIPAGTZ, 1983; Coronel, 2000; Gómez, 2005; Bocanegra, 2010).

### Requerimientos edáficos

La cebada requiere suelos de textura franco (limoso, arcilloso y arenoso), moderadamente profundos a profundos, no muy pedregosos y de buen drenaje. Requiere un pH de 6,1 a 7,8 (tolerante a la salinidad), así como un alto contenido de materia orgánica (Coulombe, 1983; DGET, 1983; INIPAGTZ, 1983; Kamisato, 1996; Gómez, 2005; Collantes, 2007).

Tabla 17. Requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la sierra altoandina

I. Requerimientos Agroclimáticos					Fuentes bibliográficas
1. Requerimientos térmicos	Umbral Mínimo (°C)	Temperatura óptima (°C)		Umbral Máximo (°C)	
		Mínimo	Máximo		
a. Germinación	6	15	22	Prats y Grandcourt, 1969; Menacho, 1992; Coronel, 2000; Gómez, 2005; Collantes, 2007.	
b. Crecimiento	4	15	25		
c. Floración		16	21		35
c. Maduración		18	21		
2. Requerimientos hídricos	Umbral Mínimo (mm)	Precipitación óptima (mm)		Umbral Máximo (mm)	Fuentes bibliográficas
		Mínimo	Máximo		
		300	600	800	1000
3. Requerimientos de fotoperíodo	Fotoperíodo óptimo (horas-luz/día)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
		11		12	
II. Requerimientos Edáficos					Fuentes bibliográficas
1. Propiedades físicas	Clase(s) óptima(s)				
a. Textura	Franco arenoso, Franco y Franco limoso				INIPA-GTZ, 1983; Kamisato, 1996; Gómez, 2005; Collantes, 2007.
b. Profundidad efectiva	Moderadamente profundo (50-100 cm) y Profundo (100-150 cm)				Kamisato, 1996; Collantes, 2007.
c. Drenaje	Bueno				
2. Propiedades químicas	Clase(s) óptima(s)				Fuentes bibliográficas
a. pH	Ligeramente ácido (6,1-6,5), Neutro (6,6-7,3) y Ligeramente alcalino (7,4-7,8)				Coulombe, 1983; DGET, 1983; INIPA-GTZ, 1983; Kamisato, 1996; Gómez, 2005; Collantes, 2007.
b. Materia orgánica	Alto (> 4%)				Kamisato, 1996.
III. Requerimientos de Paisaje					Fuentes bibliográficas
1. Altitud	Rango óptimo (msnm)				
	Mínimo		Máximo		
	3000		4000		INIPA-GTZ, 1983; Barreto, 1997, INIA, 2014.
2. Pendiente	Rango óptimo (%)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
	0		15		Acosta, 1984.

Elaboración: SENAMHI

### 5.1.3 Haba

Es un cultivo importante desde el punto de vista alimenticio, ambiental y económico, ya que es la fuente importante de proteínas en la dieta alimentaria, incorpora nitrógeno atmosférico al suelo, requiere pocos insumos para su producción, entre otros. El cultivo de haba está adaptado a las condiciones de clima moderadamente seco y frío.

El cultivo de haba crece desde nivel del mar hasta los 4000 msnm, sin embargo se adapta mejor entre los 3000 msnm a 3600 msnm (Chiappe, 1968; Orellana y De la Cadena, 1985; Horque, 1990; Bascur, 1993; Camarena et al, 2003; Rea, 2003).

La Tabla 18 resume los requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de haba en la sierra altoandina.

Fotografía 14. Cultivo de haba en el Departamento de Huancavelica



### Requerimientos climáticos

El cultivo de haba requiere de condiciones climáticas templadas. La temperatura óptima para la germinación oscila de 6°C a 8°C, para el crecimiento varía de 12°C a 20°C, para la floración oscila de 12°C a 14°C y para la maduración varía de 16°C a 18°C (Rivera, 1973; Ballena, 1983; Acosta, 1984; Orellana y De la Cadena, 1985; Camarena et al, 2003; De la Torre, 2003).

La precipitación es un elemento muy importante en la emergencia, floración y llenado de las vainas. El haba requiere un régimen de lluvias de 500 mm a 700 mm (Bacsur, 1993;



Camarena et al, 2003). El haba no es una especie que requiere de mucha luminosidad para su cultivo.

### Requerimientos edáficos

Las raíces de las plantas requieren un suelo con alto contenido de materia orgánica, moderadamente profundos a profundos y de textura franco (arenoso, limoso y arcilloso).

No tolera suelos ácidos, siendo el pH óptimo para crecer y desarrollarse de 6,1 a 7,8 (Orellana y De la Cadena, 1985; Camarena et al, 2003). La pendiente del terreno en la cual se siembra el cultivo debe oscilar entre 0 a 15% (Chiappe, 1968; Acosta, 1984).

Tabla 18. Requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de haba (Vicia faba L.) en la sierra altoandina

I. Requerimientos Agroclimáticos					Fuentes bibliográficas
1. Requerimientos térmicos	Umbral Mínimo (°C)	Temperatura óptima (°C)		Umbral Máximo (°C)	
		Mínimo	Máximo		
a. Germinación	5	6	8	20	Rivera, 1973; Ballena, 1983; Acosta, 1984; Orellana y De la Cadena, 1985; Camarena et al, 2003; De la Torre, 2003.
b. Crecimiento	-2	12	20	27	
c. Floración	10	12	14		
c. Maduración	10	16	18		
2. Requerimientos hídricos	Umbral Mínimo (mm)	Precipitación óptima (mm)		Umbral Máximo (mm)	Fuentes bibliográficas
		Mínimo	Máximo		
		300	500	700	1200
II. Requerimientos Edáficos					Fuentes bibliográficas
1. Propiedades físicas	Clase(s) óptima(s)				
a. Textura	Franco arenoso, Franco, Franco limoso y Franco arcilloso				Orellana y De la Cadena, 1985; Camarena et al, 2003.
b. Profundidad efectiva	Moderadamente profundo (50-100 cm) y Profundo (100-150 cm)				Orellana y De la Cadena, 1985.
c. Drenaje	Bueno				
2. Propiedades químicas	Clase(s) óptima(s)				Fuentes bibliográficas
a. pH	Ligeramente ácido (6,1-6,5), Neutro (6,6-7,3) y Ligeramente alcalino (7,4-7,8)				Orellana y De la Cadena, 1985; Camarena et al, 2003.
b. Materia orgánica	Alto (> 4%)				Orellana y De la Cadena, 1985; Camarena et al, 2003.
III. Requerimientos de Paisaje					Fuentes bibliográficas
1. Altitud	Rango óptimo (msnm)				
	Mínimo		Máximo		
	3000		3600		Chiappe, 1968; Orellana y De la Cadena, 1985; Horqque, 1990; Bascur, 1993; Camarena et al, 2003; Rea, 2003.
2. Pendiente	Rango óptimo (%)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
	0		15		Chiappe, 1968; Acosta, 1984.

Elaboración: SENAMHI



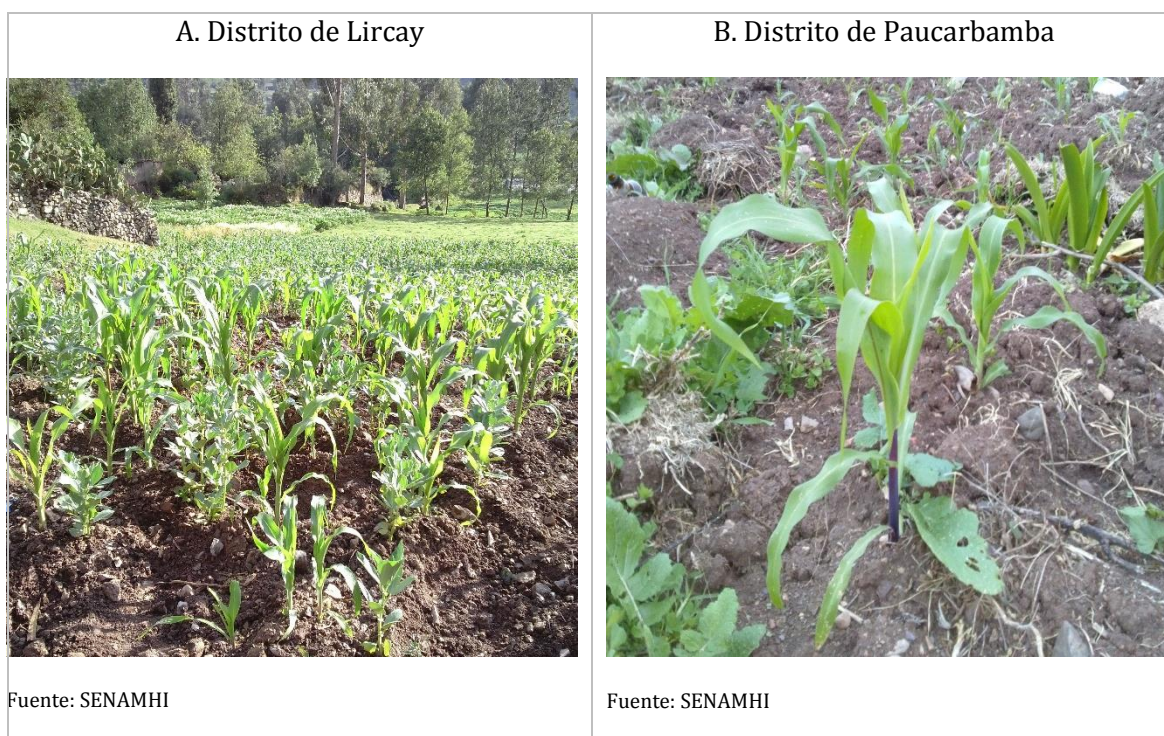
### 5.1.4 Maíz amiláceo

El maíz amiláceo (*Zea mays* L. ssp. *amilácea*) es, después de la papa, el principal alimento de los habitantes de la sierra; cultivado por pequeños productores que lo utilizan principalmente para el autoconsumo. Se caracteriza por presentar una gran variabilidad en el color del grano, en la textura, en su composición y en su apariencia.

Este cultivo se siembra entre los 2000 msnm a 3800 msnm; sin embargo, las zonas que presentan una mayor adaptabilidad y superficie agrícola se localizan entre los 2300 msnm a 3500 msnm (Valdivieso y Montoya, 1985; Celis, 1996; Chávez, 2003; MINAG, 2012).

La Tabla 19 resume los requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de maíz amiláceo en la sierra altoandina.

Fotografía 15. Cultivo de maíz amiláceo en el Departamento de Huancavelica



### Requerimientos climáticos

El maíz amiláceo es una planta de climas templados a fríos moderados. En la etapa de germinación la temperatura oscila de 10°C a 30°C, siendo el rango óptimo de 15°C a 25°C (Berger, 1967; CIREN, 1989; Manrique, 1997; Lesur, 2005; Ochoa, 2009).

En la etapa de crecimiento vegetativo, los umbrales de temperatura se encuentran alrededor de 7°C a 30°C, con un valor óptimo de 15°C a 21°C (Valdez, 1977; Manrique, 1997; Altet, 2006); mientras que para la etapa de floración, la temperatura óptima oscila de 15°C a 20°C (Manrique, 1988) con un umbral mínimo de 8°C y un máximo de 30°C.

El requerimiento óptimo de agua se encuentra alrededor de 500 mm a 700 mm, con un umbral mínimo de 200 mm y un máximo de 1000 mm (Berger, 1967; Lesur, 2005). Las necesidades varían a lo largo del cultivo, siendo mayor en las etapas de crecimiento y floración. En relación al brillo solar, el maíz requiere de 10 a 14 horas de sol por día (CIREN, 1989; Lesur, 2005).

### **Requerimientos edáficos**

Las plantas de maíz se adaptan a distintos tipos de suelos, sin embargo se desarrolla mejor en suelos que presentan textura media (franco, franco arcilloso arenoso, franco arcilloso), bien drenados y aireados (Berger, 1967; Valdez, 1977; Lesur, 2005).

Las raíces de las plantas de maíz pueden llegar a más de 200 cm de profundidad. Por lo tanto, la profundidad media del suelo debe ser en lo posible moderadamente profundo o profundo (Valdez, 1977; CIREN, 1989; Manrique, 1997; Puertas, 2002;). La pendiente del terreno donde crece el maíz no debe ser superior al 25% (Salinas, 2010).

El maíz puede desarrollarse entre un rango de pH de 5,5 a 8. Sin embargo, los suelos óptimos para el cultivo son los que presentan de 6,1 a 7,8 de pH (Valdez, 1977; Manrique, 1997). La cantidad de materia orgánica en el suelo debe ser alta (Berger, 1967).

Tabla 19. Requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L. spp amilácea) en la sierra altoandina

I. Requerimientos Agroclimáticos					Fuentes bibliográficas
1. Requerimientos térmicos	Umbral Mínimo (°C)	Temperatura óptima (°C)		Umbral Máximo (°C)	
		Mínimo	Máximo		
a. Germinación	10	15	25	30	
b. Crecimiento	7	15	21	30	
c. Floración	8	15	20	30	
2. Requerimientos hídricos	Umbral Mínimo (mm)	Precipitación óptima (mm)		Umbral Máximo (mm)	Fuentes bibliográficas
		Mínimo	Máximo		
		200	500	700	1000
3. Requerimientos de fotoperíodo	Fotoperíodo óptimo (horas-luz/día)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
		10		14	
II. Requerimientos Edáficos					Fuentes bibliográficas
1. Propiedades físicas	Clase(s) óptima(s)				
a. Textura	Franco, Franco arcillo arenoso y Franco arcilloso				Berger, 1967; Valdez, 1977; Puertas, 2002; Lesur, 2005.
b. Profundidad efectiva	Moderadamente profundo (50-100 cm) y Profundo (100-150 cm)				Valdez, 1977; CIREN, 1989; Manrique, 1997.
c. Drenaje	Bueno				Berger, 1967; Valdez, 1977; Puertas, 2002; Lesur, 2005.
2. Propiedades químicas	Clase(s) óptima(s)				Fuentes bibliográficas
a. pH	Ligeramente ácido (6,1- 6,5), Neutro (6,6-7,3) y Ligeramente alcalino (7,4-7,8)				Berger, 1967; Valdez, 1977; CIREN, 1989; Manrique, 1997; Lesur, 2005.
b. Materia orgánica	Alto (≥4%)				Berger, 1967; CIREN, 1989.
III. Requerimientos de Paisaje					Fuentes bibliográficas
1. Altitud	Rango óptimo (msnm)				
	Mínimo		Máximo		
	2300		3500		
2. Pendiente	Rango óptimo (%)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
		0		25	

Elaboración: SENAMHI

### 5.1.5 Papa mejorada

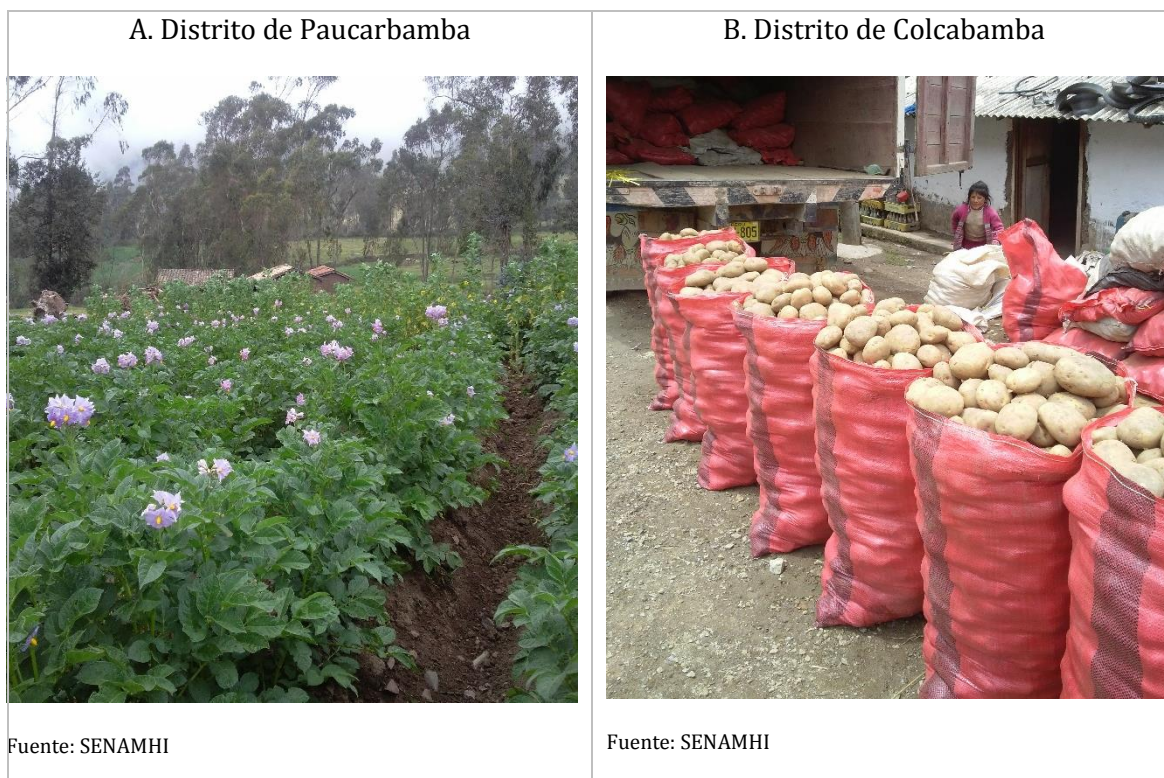
La papa (*Solanum tuberosum* L.) constituye la base de la alimentación y seguridad alimentaria del poblador de la sierra, y su cultivo le genera al productor andino más ingresos económicos que cualquier otro cultivo.



El cultivo crece desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm. En la sierra, las mayores áreas de producción se localizan alrededor de los 2300 msnm a 3800 msnm (López et al, 1980; Alcalde et al, 1990; Egúsqiza, 2000; Ochoa, 2001; Tapia y Fries, 2007).

La Tabla 20 resume los requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de papa mejorada en la sierra altoandina.

Fotografía 16. Cultivo de papa mejorada en el Departamento de Huancavelica



### Requerimientos climáticos

La papa es un cultivo de clima templado-frío. La temperatura es una de las principales variables climáticas involucradas con los procesos fisiológicos de la planta.

La etapa de emergencia requiere una temperatura alrededor de 5°C a 30°C, con un valor óptimo de 17°C a 25°C (Borah y Milthorpe, 1959; Midmore, 1988; Loayza, 1993; Cepeda y Gallegos, 2003). Temperaturas menores a 15°C afectan la velocidad de crecimiento de los brotes y la emergencia de los tallos (Cortbaoui, 1988). En la etapa de crecimiento vegetativo se requiere un rango térmico de 6°C a 30°C (Cepeda y Gallegos, 2003), con un valor óptimo de 15°C a 25°C (López et al, 1980; Midmore, 1988; Loayza, 1993; Cepeda y Gallegos, 2003; Mendoza, 2007).

La tuberización es la etapa más importante de la planta porque está directamente relacionada con la translocación y llenado de fotosintatos en los tubérculos. Para esta fase los umbrales de temperatura varían de 5°C a 28°C, con un valor óptimo de 14°C a 20°C (Christiansen, 1967;



López et al, 1980; Ezeta, 1986; Huerta, 1987; Egúsquiza, 2000; Cepeda y Gallegos, 2003). Temperaturas mayores a 28°C inhiben la tuberización, y si se mantiene constante durante todo el tiempo de tuberización es posible que no haya formación de tubérculos y los estolones crezcan en forma engrosada (Christiansen, 1967). Las condiciones más favorables para la tuberización y el crecimiento del tubérculo son días cortos y temperaturas nocturnas bajas (14°C a 16°C) (Van Dam et al, 1996).

La precipitación óptima requerida por la planta está alrededor de 400 mm a 800 mm, la cual debe ser distribuida en todo el ciclo vegetativo del cultivo (Christiansen, 1967; López et al, 1980; Ekanayake, 1994; Cepeda y Gallegos, 2003). La cantidad y distribución de las lluvias, durante y después de la floración, determinan el número, peso y cantidad de materia seca en los tubérculos desarrollados (López et al, 1980).

La humedad relativa favorable para el cultivo debe variar de 60% a 80% (López et al, 1980; Mendoza, 2007). Humedad relativa superior al 80% genera condiciones óptimas para la aparición de enfermedades foliares.

La papa es una planta de días cortos. La exposición del follaje a días cortos induce la tuberización, mostrando una formación más temprana del tubérculo y los estolones. En exposición a días largos, las plantas inducen la floración y formación de ramas laterales, como consecuencia la tuberización es mucho más tardía. Por lo tanto, el brillo solar debe ser alrededor de 10 a 12 horas por día (Egúsquiza, 2000; Mendoza, 2007).

### **Requerimientos edáficos**

La planta se desarrolla adecuadamente en suelos de textura moderadamente gruesa (franco arenoso) y media (franco, franco limoso). El desarrollo radicular y la formación de estolones es mejor en estos tipos de suelos (Christiansen, 1967; Huerta, 1987; Molina et al, 2004; Mendoza, 2007).

Los suelos deben ser moderadamente profundos y profundos, bien drenados y de buena estructura, que permitan asegurar buen crecimiento de las raíces y los estolones (Christiansen, 1967; Montaldo, 1984; Egúsquiza, 2000; Cepeda y Gallegos, 2003; Mendoza, 2007). La pendiente no debe exceder del 25% (Salinas, 2010; Torres, 2011).

El rango de pH óptimo para el cultivo varía de 5,5 a 6,5 (Christiansen, 1967; Montaldo, 1984; Cepeda y Gallegos, 2003; MISTI, 2001). El contenido de materia orgánica en el suelo debe ser alto (López et al, 1980; MISTI, 2001; Rojo, 2006; Mendoza, 2007).

Tabla 20. Requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de papa mejorada (*Solanum tuberosum* L.) en la sierra andina

I. Requerimientos Agroclimáticos					Fuentes bibliográficas
1. Requerimientos térmicos	Umbral Mínimo (°C)	Temperatura óptima (°C)		Umbral Máximo (°C)	
		Mínimo	Máximo		
a. Germinación	5	17	25	30	Borah y Milthorpe, 1959; Christiansen, 1967; López et al, 1980; Montaldo, 1984; Smith, 1977; Ezeta, 1986; Huerta, 1987; Cortbaoui, 1988; Midmore, 1988; CIREN, 1989; Cao y Tibbitts, 1995; Pumisacho y Sherwood, 2002; Cepeda y Gallegos, 2003; Molina et al, 2004; Aldabe y Doglioti, 2006; Mendoza, 2007.
b. Crecimiento	6	15	25	30	
c. Tuberización	6	14	20	28	
2. Requerimientos hídricos	Umbral Mínimo (mm)	Precipitación óptima (mm)		Umbral Máximo (mm)	Fuentes bibliográficas
		Mínimo	Máximo		
		200	400	800	1200
3. Requerimientos de humedad relativa	Humedad relativa óptima (%)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
		60		80	
4. Requerimientos de fotoperíodo	Fotoperíodo óptimo (horas-luz/día)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
		10		12	
II. Requerimientos Edáficos					Fuentes bibliográficas
1. Propiedades físicas	Clase(s) óptima(s)				
a. Textura	Franco arenoso, Franco y Franco limoso				Christiansen, 1967; Huerta, 1987; Molina et al, 2004; Mendoza, 2007.
b. Profundidad efectiva	Moderadamente profundo (50-100 cm) y Profundo (100-150 cm)				Christiansen, 1967; Montaldo, 1984; Egúsqiza, 2000; Cepeda y Gallegos, 2003; Mendoza, 2007.
c. Drenaje	Bueno				
2. Propiedades químicas	Clase(s) óptima(s)				Fuentes bibliográficas
a. pH	Moderadamente ácido (5,6-6) y Ligeramente ácido (6,1-6,5)				Christiansen, 1967; Montaldo, 1984; Cepeda y Gallegos, 2003; MISTI, 2001; Rojo, 2006.
b. Materia orgánica	Alto (≥4%)				López at al., 1980; Misti, 2001; Molina et al, 2004; Mendoza, 2007.
III. Requerimientos de Paisaje					Fuentes bibliográficas
1. Altitud	Rango óptimo (msnm)				
	Mínimo		Máximo		
	2300		3800		López et al, 1980; Alcalde et al, 1990; Egúsqiza, 2000; Ochoa, 2001; Tapia y Fries, 2007.
2. Pendiente	Rango óptimo (%)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
		0		25	

Elaboración: SENAMHI

### 5.1.6 Papa nativa

La papa nativa se distribuye entre los 2300 msnm a 4200 msnm en pisos ecológicos donde la fuerte radiación solar y los suelos orgánicos brindan condiciones naturales especiales para su cultivo (CIP, 2008). La papa nativa dulce produce mejor entre 3000 msnm a 4200 msnm y la

papa nativa amarga entre los 3800 msnm a 4200 msnm (Alcalde et al, 1990; Huanco, 1991; Egúsqiza, 2000; Tapia y Fries, 2007; Gómez et al, 2008; Sedano, 2008).

En el Perú existen 3500 variedades, donde el 75% corresponden a papas nativas (dulces y amargas) y el 25% a papas blancas. En el grupo de papas nativas dulces se encuentran variedades procedentes de las especies *Solanum tuberosum* sp indígena, *S. goniocalix*, *S. stenotomun*, *S. phureja* y *S. chaucha* (Egúsqiza, 2000; Ochoa, 2001).

La Tabla 21 resume los requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de papa nativa dulce y amarga en la sierra altoandina.

Fotografía 17. Cultivo de papa nativa en el Departamento de Huancavelica



### Requerimientos climáticos

La papa nativa requiere una temperatura de 4°C a 20°C, con un requerimiento térmico óptimo de 8°C a 16°C para la papa nativa dulce y de 6°C a 14°C para la papa nativa amarga (Arbizu y Tapia, 1992; Salinas, 2010; Torres, 2011).

La precipitación óptima para el cultivo oscila de 600 mm a 1000 mm (Arbizu y Tapia, 1992; Salinas, 2010). El brillo solar requerido se encuentra alrededor de las 10 a 16 horas por día (Amorós, 1979; López et al, 1980).

### Requerimientos edáficos

La papa nativa dulce se cultiva en terrenos que presentan un sistema de producción rotacional, preferentemente en zonas de ladera y terrenos descansados de textura franco

arenoso, franco limoso y franco arcillosa (Canahua, 1998; Llacsá, 2008; Salinas, 2010). Prefiere suelos profundos, de buen drenaje y no muy ácidos (López et al, 1980; Cepeda y Gallegos, 2003; Llacsá, 2008; Salinas, 2010). El contenido de materia orgánica debe ser alto (Alcalde et al, 1990; Arbizu y Tapia, 1992; Llacsá, 2008).

La papa nativa amarga prefiere suelos fríos, de buen drenaje; se adapta a suelos de textura variable y a un amplio rango de acidez (Alcalde et al, 1990; Llacsá, 2008).

Tabla 21. Requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de papa nativa (*Solanum andigena*, *S. ajanhuiri*, *S. stenotomum*, *S. phureja* y *S. chaucha*) en la sierra altoandina

I. Requerimientos Agroclimáticos					Fuentes bibliográficas
1. Requerimientos térmicos	Umbral Mínimo (°C)	Temperatura óptima (°C)		Umbral Máximo (°C)	
		Mínimo	Máximo		
a. Papa nativa dulce	4	8	16	20	Salinas, 2010; Torres, 2011.
b. Papa nativa amarga	4	6	14	20	Arbizu y Tapia, 1992; Salinas, 2010.
2. Requerimientos hídricos	Umbral Mínimo (mm)	Precipitación óptima (mm)		Umbral Máximo (mm)	Fuentes bibliográficas
		Mínimo	Máximo		
a. Papa nativa (dulce y amarga)	400	600	1000	1200	Arbizu y Tapia, 1992; Salinas, 2010.
3. Requerimientos de fotoperíodo	Fotoperíodo óptimo (horas-luz/día)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
	10		16		Amoros, 1979; López et al, 1980.
II. Requerimientos Edáficos					Fuentes bibliográficas
1. Propiedades físicas	Clase(s) óptima(s)				
a. Textura	Franco arcilloso, Franco arcillo limoso				Canahua, 1998; Llacsá, 2008; Salinas, 2010.
b. Drenaje	Bueno				Llacsá, 2008; Salinas, 2010.
2. Propiedades químicas	Clase(s) óptima(s)				Fuentes bibliográficas
a. pH	Fuertemente ácido (5,1-5,5), Moderadamente ácido (5,6- 6) y Ligeramente ácido (6,1-6,5)				Cepeda y Gallegos, 2003; Salinas, 2010.
b. Profundidad efectiva	Moderadamente profundo (50-100 cm) y Profundo (100-150 cm)				López et al, 1980; Salinas, 2010.
c. Materia orgánica	Alto (≥4%)				Alcalde et al, 1990; Arbizu y Tapia, 1992; Llacsá, 2008.
III. Requerimientos de Paisaje					Fuentes bibliográficas
1. Altitud	Rango óptimo (msnm)				
	Mínimo		Máximo		
a. Papa nativa dulce	3000		4200		Alcalde et al, 1990; Huanco, 1991; Egúsqüiza, 2000; Tapia y Fries, 2007; Gómez et al, 2008; Sedano, 2008.
b. Papa nativa amarga	3800		4200		
2. Pendiente	Rango óptimo (%)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
	25		50		Salinas, 2010; Torres, 2011.

Elaboración: SENAMHI



### 5.1.7 Trigo

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es uno de los tres cereales más importantes producidos a nivel mundial junto al maíz y el arroz, siendo uno de los productos más consumidos por las familias campesinas de la sierra del Perú. Del trigo se extrae el grano que es utilizado mayormente para el autoconsumo y en menor proporción se destina para su comercialización en la industria harinera (MINAG, 2013).

Este cultivo actualmente se cultiva en casi todos los climas, desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, siendo más recurrente encontrar las mayores superficies sembradas entre los 2500 msnm a 3500 msnm (Barreto, 1997). El 97% de la superficie cultivada se encuentra ubicada en la sierra y el 3% en la costa. El 90% de área sembrada en el país se realiza al secano (Ruiz et al., 2005).

La Tabla 22 resume los requerimientos agroclimáticos, edáficos y de paisaje del cultivo de trigo en la sierra andina.

Fotografía 18. Cultivo de trigo en el Departamento de Huancavelica



### Requerimientos climáticos

La etapa de germinación se desarrolla cuando los umbrales térmicos oscilan de 5°C a 30°C, con un valor óptimo de 15°C a 20°C (De La Flor, 1969; Falconi, 2001). Temperaturas mayores a 30°C favorecen la proliferación de hongos y bacterias en el suelo que por acción mecánica pueden descomponer el endospermo de la semilla (Jara, 1993).

La etapa de macollamiento y encañado requiere un rango térmico de 5°C a 30°C, con un valor óptimo de 18°C a 25°C (Falconi, 2001; Gómez, 2005; Zarak, 2001). Temperaturas menores a 5°C disminuye el número de macollos en la planta, la longitud de las raíces y la coloración verde en las hojas (Jara, 1993).

La etapa de espigado y maduración requiere temperaturas de 12°C a 30°C, siendo el rango óptimo de 18°C a 22°C (Falconi, 2001; Gómez, 2005; Jara, 1993; Zarak, 2001). Temperaturas menores a 12°C producen esterilidad en el espigado, caso contrario ocurre con temperaturas mayores a 30 °C que durante la traslocación y llenado del grano produce baja calidad proteica en las semillas (Jara, 1993).

El requerimiento de agua óptimo se encuentra alrededor de los 350 mm a 600 mm, no obstante puede desarrollarse el cultivo cuando los umbrales hídricos oscilan de 200 mm a 1200 mm (FAO, 1975; Gómez, 2005).

La planta de trigo necesita de 12 a 13,5 horas de sol para completar su ciclo; cuando se reduce las horas de sol, aunque sea en cantidades pequeñas, la planta alarga su período vegetativo, y si esta reducción diaria es marcada, entonces la planta permanece en estado herbáceo no llegando a alcanzar la floración (FAO, 1975; Zarak, 1963).

### **Requerimientos edáficos**

Se considera un suelo óptimo para el cultivo de trigo aquel que presenta una textura media (franco, franco limoso) a fina (arcillo limoso, arcillo arenoso), con buen drenaje y una profundidad efectiva mayor a 30 cm (Barreto, 1997; Romero, 1990; Villanueva, 1974; Zarak, 2001). El cultivo se desarrolla adecuadamente en terrenos agrícolas que presentan una pendiente menor al 50% (Romero, 1990).

El pH que requiere la planta para desarrollarse oscila de 5 a 8, con un valor óptimo de 5,6 a 7 (Gómez, 2005; Romero, 1990). El contenido de materia orgánica debe ser alto (Barreto, 1997; Romero, 1990).

Tabla 22. Requerimientos agroclimáticos, edáficos y fisiográficos del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la sierra andina

I. Requerimientos Agroclimáticos					Fuentes bibliográficas
1. Requerimientos térmicos	Umbral Mínimo (°C)	Temperatura óptima (°C)		Umbral Máximo (°C)	
		Mínimo	Máximo		
a. Germinación	5	15	20	30	
b. Macollamiento y encañado	5	18	25	30	
c. Espigado y maduración	12	18	22	30	
2. Requerimientos hídricos	Umbral Mínimo (mm)	Precipitación óptima (mm)		Umbral Máximo (mm)	Fuentes bibliográficas
		Mínimo	Máximo		
		200	350	600	1200
3. Requerimientos de fotoperíodo	Fotoperíodo óptimo (horas-luz/día)				
	Mínimo		Máximo		
		12		13,5	
II. Requerimientos Edáficos					Fuentes bibliográficas
1. Propiedades físicas	Clase(s) óptima(s)				
a. Textura	Franco, Franco limoso, Arcillo limoso y Arcillo arenoso				
b. Profundidad efectiva	Moderadamente profundo (50-100 cm) y Profundo (100-150 cm)				
c. Drenaje	Bueno				
2. Propiedades químicas	Clase(s) óptima(s)				Fuentes bibliográficas
a. pH	Moderadamente ácido (5,6-6), Ligeramente ácido (6,1-6,5) y Neutro (6,6-7,3)				Gómez, 2005; Romero, 1990.
b. Materia orgánica	Alto (> 4%)				Barreto, 1997; Romero, 1990.
III. Requerimientos de Paisaje					Fuentes bibliográficas
1. Altitud	Rango óptimo (msnm)				
	Mínimo		Máximo		
	2 500		3 500		
					Barreto, 1997; INIA, 2013.
2. Pendiente	Rango óptimo (%)				Fuentes bibliográficas
	Mínimo		Máximo		
		0		15	






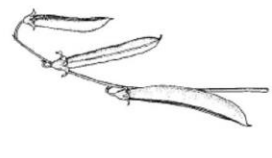
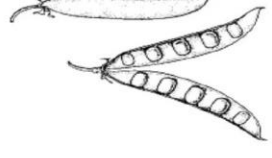

Elaboración: SENAMHI

## 5.2 FENOLOGÍA

El comportamiento fenológico de los cultivos de arveja, cebada, haba, maíz amiláceo, papa y trigo, en el Departamento de Huancavelica, se presentan en las Figuras 9 al 13. Se muestra una descripción de las principales fases fenológicas, así como su fecha de ocurrencia promedio después de la siembra.

Es importante considerar que la ocurrencia promedio de cada fase fenológica ha sido determinada a partir de entrevistas realizadas a productores agrarios y con información proveniente del FENOSYS del SENAMHI.

Figura 9. Comportamiento fenológico del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el Departamento de Huancavelica

Período fenológico	Crecimiento vegetativo						Crecimiento reproductivo				Maduración									
Estadios de crecimiento de la planta																				
Parte aérea	Germinación						Emergencia		Desarrollo de las hojas		Botón floral		Floración		Formación de fruto		Maduración		Senescencia	
Parte radicular	Desarrollo y crecimiento de raíces																			
Descripción de la fase fenológica	La semilla se inhibe y ocurre la emergencia de la radícula. Luego sale el brote fuera de la semilla y crece hacia la superficie del suelo.	El brote crece y sale a través de la superficie del suelo.		Las hojas se despliegan y desarrollan. Asimismo, los entrenudos empiezan a alargarse.		En la parte superior del tallo, se hacen visibles los primeros botones florales en las plantas.		Las flores se abren hasta alcanzar la plena floración en las plantas. La floración decae cuando los pétalos se secan y caen.		Las vainas alcanzan la longitud típica de la variedad, siendo mayormente de una tonalidad verde.		Las vainas están llenas y las semillas adquieren el color típico de la variedad. Presentan una consistencia seca y dura.		Las plantas empiezan a amarillarse y secarse. Los granos de las vainas se encuentran en su madurez de cosecha.						
Ocurrencia de la fase fenológica (dds)		5 - 15		15 - 30		65 - 90		80 - 115		85 - 125		145 - 195								

Fuente: Feller et al (1995); SENAMHI (2014)


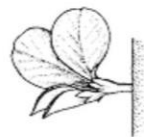



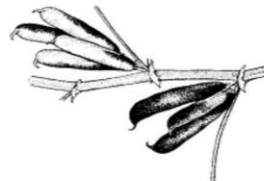



Figura 10. Comportamiento fenológico de los cultivos de cebada grano (Hordeum vulgare L.) y trigo (Triticum aestivum L.) en el Departamento de Huancavelica

Período fenológico	Crecimiento vegetativo							Crecimiento reproductivo				Maduración			
Estadios de crecimiento de la planta															
Parte aérea	Germinación	Emergencia	Tercera hoja	Macollaje	Encañado	Espigado	Floración	Maduración lechosa	Maduración pastosa	Maduración córnea	Senescencia				
Parte radicular	Desarrollo y crecimiento de raíces														
Descripción de la fase fenológica	Comienza la inhibición de la semilla. La radícula y coleóptilo emergen e inician su crecimiento.	El coleóptilo traspasa la superficie del suelo.	La tercera hoja del tallo principal se despliega sobre la superficie del suelo.	Se inicia la formación de los brotes laterales (macollos o hijuelos).	Comienza el encañado (el primer entrenudo empieza a alargarse). Esta fase finaliza cuando aparece la hoja bandera.	La punta de la espiga o de la panícula empieza a emerger de la vaina.	En la espiga se aprecia las primeras anteras visibles en la mayoría de las espiguillas.	Los primeros granos presentan una consistencia acuosa. La coloración es todavía verdosa.	Los granos presentan una consistencia blanda. Al presionar con la uña del dedo la huella no se mantiene.	Los granos presentan una consistencia dura. Al presionar con la uña del dedo la huella se mantiene.	La planta está totalmente muerta, los tallos se quebran. Los granos se encuentran en su madurez de cosecha.				
Ocurrencia de la fase fenológica (dds)		5 - 10 5 - 10	15 - 25 20 - 30	30 - 45 40 - 60	60 - 80 70 - 100	75 - 100 85 - 120	90 - 120 100 - 140								
- Cebada grano															
- Trigo															







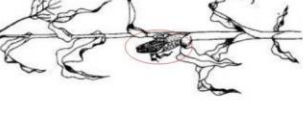





Fuente: Witzemberger et al (1989); Lancashire et al (1991); SENAMHI (2014)

Figura 11. Comportamiento fenológico del cultivo de haba grano seco (Vicia faba L.) en el Departamento de Huancavelica

Período fenológico	Crecimiento reproductivo					Maduración	
	Crecimiento reproductivo						
Estadios de crecimiento de la planta							
	Emergencia	Macollaje	Botón floral	Floración	Formación de fruto	Maduración	Senescencia
	Parte aérea	Desarrollo y crecimiento de raíces					
	Parte radicular						
Descripción de la fase fenológica	El brote se encuentra fuera de la semilla, luego de crecer sale hacia la superficie del suelo.	A partir del primer nudo de la planta salen otros tallos, cuya cantidad varía según la variedad.	Aparecen los primeros botones florales en el tallo principal de la planta.	Se inicia la apertura de las flores en el tallo principal.	Las primeras vainas han alcanzado su tamaño final (legumbre plana) hasta que finalmente todas las vainas se llenan de los granos.	Las vainas empiezan a madurar. Internamente, las semillas presentan una consistencia dura y seca hasta que finalmente adquiere el color de la variedad.	Las plantas empiezan a amarillarse y secarse. Los granos de las vainas se encuentran en su madurez de cosecha.
	Ocurrencia de la fase fenológica (dds)	5 - 15	30 - 40	95 - 125	105 - 135	120 - 150	190 - 240








Fuente: Feller et al (1995); SENAMHI (2014)

Figura 12. Comportamiento fenológico del cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) en el Departamento de Huancavelica

Período fenológico	Crecimiento vegetativo						Crecimiento reproductivo				Maduración			
Estadios de crecimiento de la planta														
	Germinación	Emergencia	Desarrollo de hojas	Panajamiento	Espigamiento	Maduración lechosa	Maduración pastosa	Maduración cornéa	Senescencia					
Parte aérea	Brotamiento de raíces						Desarrollo y crecimiento de raíces							
Descripción de la fase	Inhibición de la semilla. Emergencia de radícula y coleóptilo. Este último emerge hacia la superficie del suelo.	El coleóptilo atraviesa la superficie del suelo.	Las hojas del tallo principal empiezan a desplegarse y alargamiento del tallo principal apreciándose los nudos de la caña.	Comienza la salida y crecimiento de la inflorescencia masculina (panacho) del tallo principal.	Emergencia de los estigmas por las puntas de la mazorca. Se aprecia los estambres en los panachos. Inicia la polinización de los estigmas.	Comienza el desarrollo y acumulación de materia seca en los granos. Los granos presentan una coloración blanco-amarillento.	Los granos presentan una coloración amarillento a amarillo (según la variedad).	Los granos presentan una consistencia dura y son brillantes. En la base de los granos empieza a notarse puntos o rayas negras (madurez fisiológica).	La planta está totalmente muerta, los tallos se quiebran. Las mazorcas se encuentran en su madurez de cosecha.					
	10 - 15						90 - 100				135 - 160			
100 - 115						115 - 135				160 - 190				
Ocurrencia de la fase (dds)											190 - 225			

Fuente: Weber y Bleiholder (1990); Lancashire et al (1991); SENAMHI (2014)

Figura 13. Comportamiento fenológico del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Departamento de Huancavelica

Período fenológico	Crecimiento vegetativo					Crecimiento reproductivo		Maduración						
Estadios de crecimiento de la planta														
Parte aérea														
Parte radicular														
Descripción de la fase fenológica	Brotamiento		Emergencia		Brotes laterales		Botón floral		Floración		Maduración de bayas		Senescencia	
	Formación de raíces y tallos		Desarrollo y crecimiento de raíces				Emisión y crecimiento de estolones		Crecimiento y llenado de estolones		Maduración de tubérculos			
Ocurrencia de la fase fenológica (días)	Los brotes del tubérculo semilla empiezan a formar raíces y tallos. Estos últimos emergen hacia la superficie del suelo.		Las hojas del tallo principal comienzan a alargarse y desplegarse sobre la superficie del suelo.		El tallo principal empieza a ramificarse. Las nuevas ramas empiezan a crecer longitudinalmente hasta cubrir todo el campo de cultivo.		Aparecen los botones florales de la primera inflorescencia visible del tallo principal.		Ocurre la apertura de las primeras flores.		En la parte subterránea, el crecimiento de los tubérculos se torna lento. La piel o cáscara empieza a endurecerse.		Ocurre el amarillamiento de las hojas y tallos. Los tubérculos se encuentran en su madurez de cosecha.	
	15 - 20 20 - 25 25 - 30		25 - 35 35 - 45 45 - 55		60 - 70 75 - 90 95 - 105		80 - 95 100 - 120 135 - 150		100 - 120 130 - 160 180 - 200					

Fuente: Hack et al (1993); SENAMHI (2014)



### 5.3 CALENDARIO HISTÓRICO DE LAS SIEMBRAS Y COSECHAS

El comportamiento del calendario y estacionalidad histórica de las siembras y cosechas de los cultivos priorizados se describe a continuación:

#### 5.3.1 Arveja

La Figura 14 muestra que la arveja cosechada en grano verde se siembra tanto en la campaña grande (agosto a marzo) como en la chica (abril a julio), concentrándose mayormente esta labor de octubre a noviembre (Figura 15). Las cosechas se realizan de enero a diciembre (Figura 14), siendo más frecuente esta actividad de febrero a mayo (Figura 16).

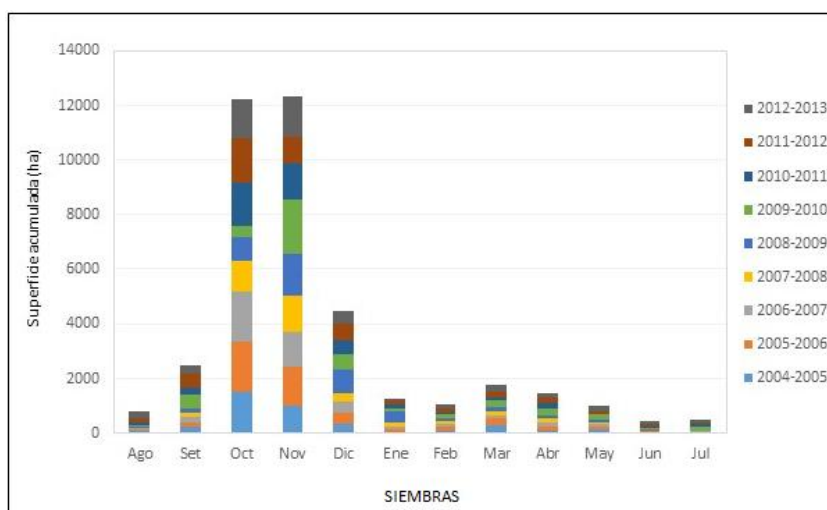
El acumulado histórico de las campañas agrícolas (2004-05 al 2012-13) indica que se han cosechado en total 35 348 ha, correspondiendo sólo al mes de abril 10 379 ha, tanto de variedades locales (arveja verde, arvejón, entre otras) y mejoradas (INIA-102 USUI, INIA-103 Remate, entre otras).

Figura 14. Calendario histórico de las siembras y cosechas del cultivo de arveja en el Departamento de Huancavelica

Campaña agrícola	SIEMBRAS																	
						COSECHAS												
	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2004-05																		
2005-06																		
2006-07																		
2007-08																		
2008-09																		
2009-10																		
2010-11																		
2011-12																		
2012-13																		

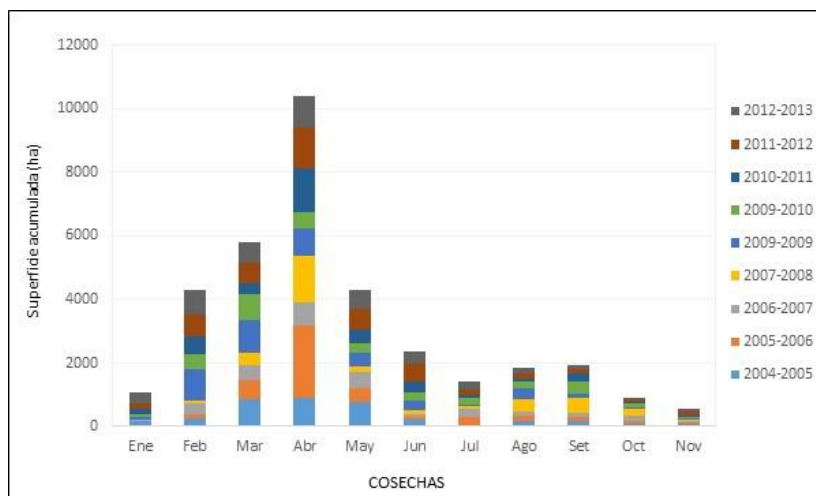
Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

Figura 15. Estacionalidad histórica de las siembras del cultivo de arveja en el Departamento de Huancavelica



Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

Figura 16. Estacionalidad histórica de las cosechas del cultivo de arveja en el Departamento de Huancavelica



Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

### 5.3.2 Cebada grano

El calendario histórico muestra que el cultivo se siembra principalmente de setiembre a marzo (Figura 17), siendo más recurrente esta labor de octubre a enero (Figura 18). En algunas campañas se adelantaron las siembras (campañas 2008-09, 2010-11 y 2011-12) y en otras se retrasaron (campañas 2006-07, 2008-09 al 2012-13), principalmente en terrenos bajo riego. Las cosechas se ejecutan de abril a noviembre (Figura 17), siendo más frecuente esta actividad de mayo a agosto (Figura 19).

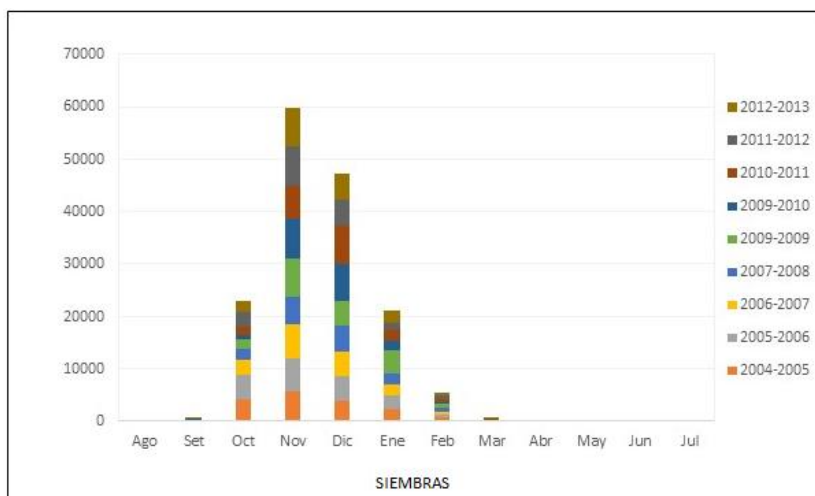
El acumulado histórico de las campañas agrícolas (2004-05 al 2012-13) señala que se han cosechado en total 150 545 ha, correspondiendo sólo a los meses de junio y julio 61 627 ha y 43 652 ha respectivamente, tanto de variedades locales (cebada amarilla o puca poncho, entre otras) y variedades mejoradas (Centenario, Zapata, UNA-80, UNA-8270, UNA-96, entre otras).

Figura 17. Calendario histórico de las siembras y cosechas del cultivo de cebada grano en el Departamento de Huancavelica

Campaña agrícola	SIEMBRAS										COSECHAS									
	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
2004-05																				
2005-06																				
2006-07																				
2007-08																				
2008-09																				
2009-10																				
2010-11																				
2011-12																				
2012-13																				

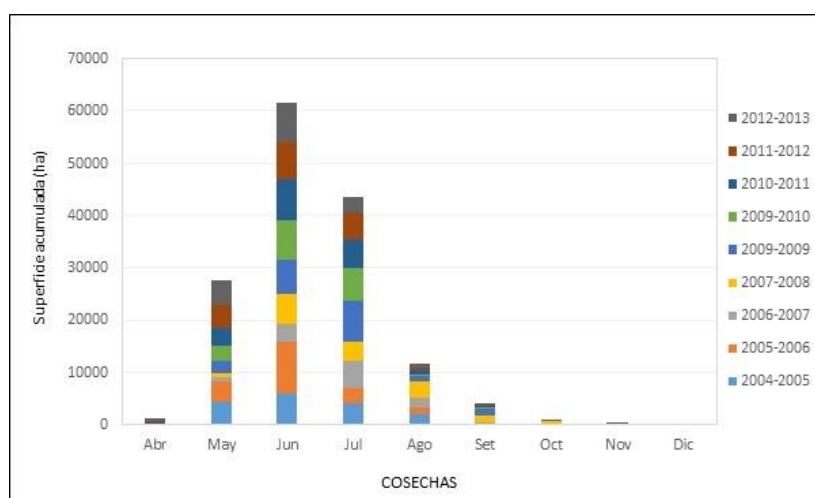
Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

Figura 18. Estacionalidad histórica de las siembras del cultivo de cebada grano en el Departamento de Huancavelica



Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

Figura 19. Estacionalidad histórica de las cosechas del cultivo de cebada grano en el Departamento de Huancavelica



Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

### 5.3.3 Haba

El calendario histórico indica que el haba destinado comercialmente para grano seco se siembra principalmente de agosto a enero (Figura 20), siendo más frecuente esta labor de octubre a diciembre (Figura 21). En algunas campañas se realizaron siembras tardías, hacia finales de la estación lluviosa, de abril a julio (campañas 2006-07 al 2012-13). Las cosechas se realizan de febrero a diciembre (Figura 20), siendo más recurrente esta actividad de mayo a julio (Figura 22).

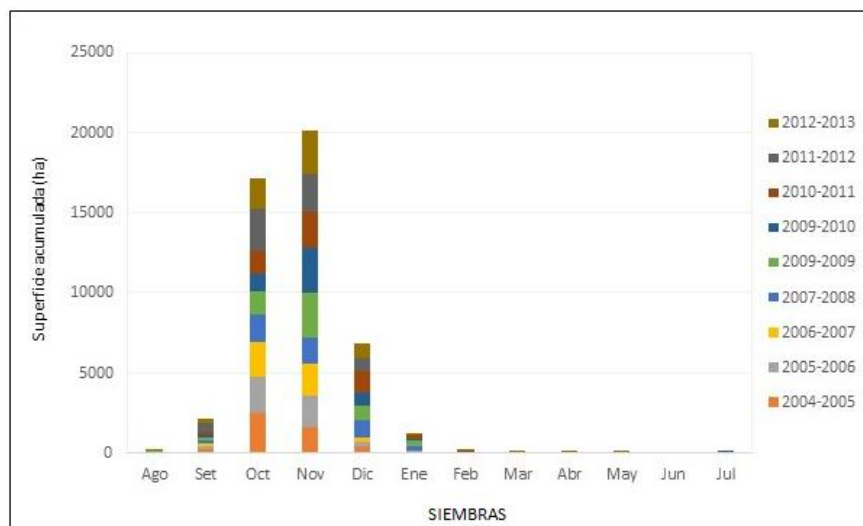
El acumulado histórico de las campañas agrícolas (2004-05 al 2012-13) indica que se han cosechado en total 44 845 ha, correspondiendo solo a los meses de mayo y junio 61 627 ha y 43 652 ha respectivamente, tanto de variedades locales (amarilla, verde paca, entre otras) y mejoradas (INIA 129, INIA 423, INIA 429, entre otras).

Figura 20. Calendario histórico de las siembras y cosechas del cultivo de haba grano seco en el Departamento de Huancavelica

Campaña agrícola	SIEMBRAS																	
						COSECHAS												
	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2004-05																		
2005-06																		
2006-07																		
2007-08																		
2008-09																		
2009-10																		
2010-11																		
2011-12																		
2012-13																		

Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

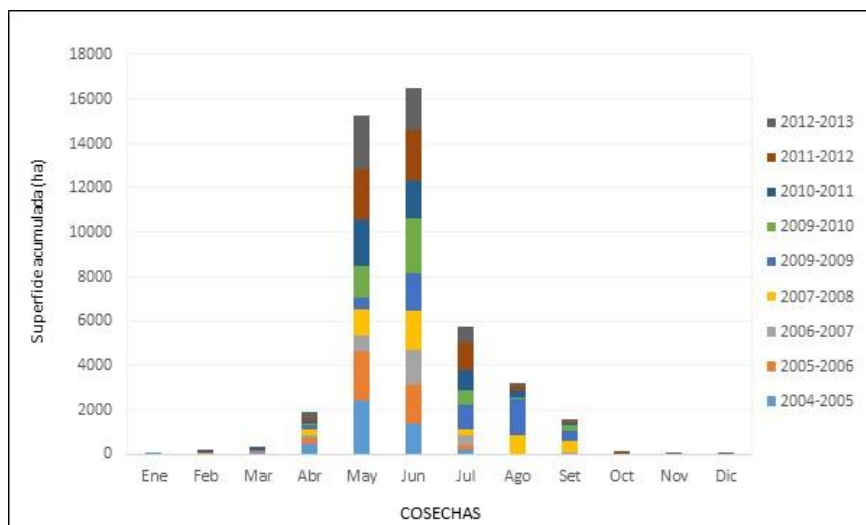
Figura 21. Estacionalidad histórica de las siembras del cultivo de haba grano seco en el Departamento de Huancavelica



Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia



Figura 22. Estacionalidad histórica de las cosechas del cultivo de haba grano seco en el Departamento de Huancavelica



Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

### 5.3.4 Maíz amiláceo

El calendario histórico muestra que el cultivo se siembra principalmente de agosto a enero (Figura 23), siendo más frecuente esta labor de setiembre a diciembre (Figura 24). En algunas campañas agrícolas (2006-07 al 2012-13) se ejecutaron siembras tardías al finalizar la estación lluviosa (abril a julio). Las cosechas se realizaron mayormente de febrero a diciembre (Figura 23), siendo más recurrente esta actividad de mayo a agosto (Figura 25).

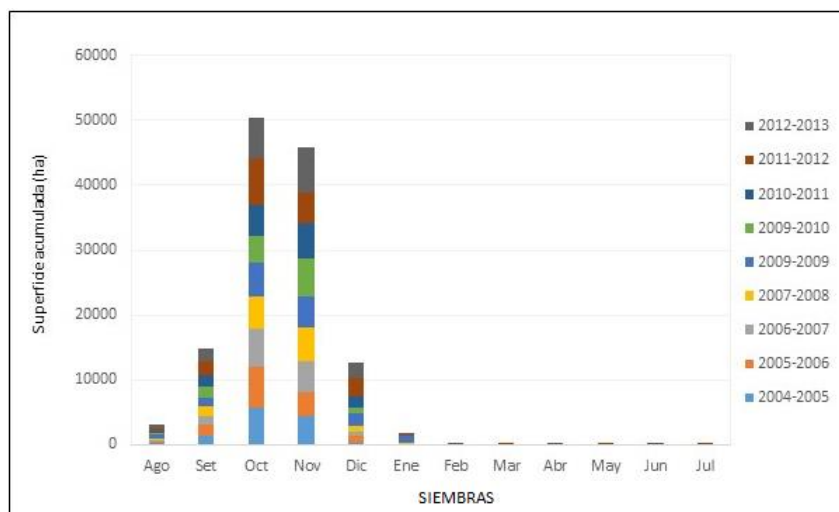
El acumulado histórico de las campañas agrícolas (2004-05 al 2012-13) señala que se han cosechado en total 123 424 ha, correspondiendo solo a los meses de mayo y junio 44 929 ha y 47 236 ha, respectivamente, tanto de variedades locales (criollo, canchero, ccharhuay, entre otras) y variedades mejoradas (INIA 606, entre otras).

Figura 23. Calendario histórico de las siembras y cosechas del cultivo de maíz amiláceo en el Departamento de Huancavelica

Campaña agrícola	SIEMBRAS										COSECHAS									
	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
2004-05																				
2005-06																				
2006-07																				
2007-08																				
2008-09																				
2009-10																				
2010-11																				
2011-12																				
2012-13																				

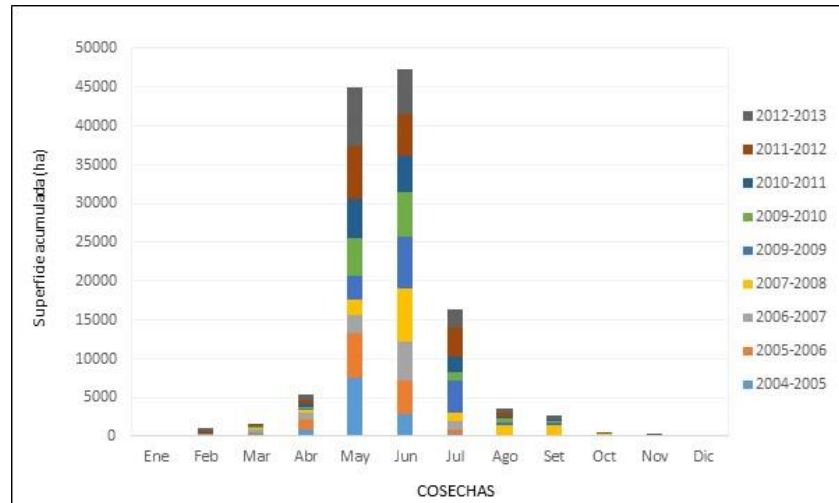
Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

Figura 24. Estacionalidad histórica de las siembras del cultivo de maíz amiláceo en el Departamento de Huancavelica



Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

Figura 25. Estacionalidad histórica de las cosechas del cultivo de maíz amiláceo en el Departamento de Huancavelica



Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

### 5.3.5 Papa

El calendario histórico indica que la papa se siembra de agosto a julio (Figura 26), siendo más frecuente esta actividad de octubre a diciembre (Figura 27), en áreas agrícolas bajo riego y secano. Las cosechas se realizan de enero a julio (Figura 26), siendo más frecuente esta labor de mayo a agosto (Figura 28).

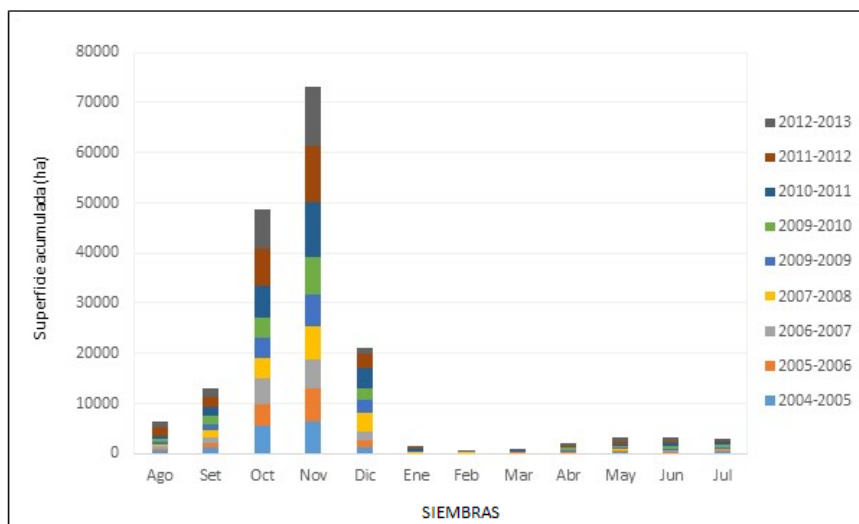
El acumulado histórico de las campañas agrícolas (2004-05 al 2012-13) indica que se han cosechado en total 165 581 ha, correspondiendo solo al mes de mayo 58 104 ha, tanto de variedades locales (Camotillo, Amarilla Tumbay, Huayro, Peruanita, Huamantanga, entre otras) y variedades mejoradas (Yungay, Canchan, Perricholi, Amarilis, Tomasa, Única, entre otras).

Figura 26. Calendario histórico de las siembras y cosechas del cultivo de papa en el Departamento de Huancavelica

Campaña agrícola	SIEMBRAS																
						COSECHAS											
	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2004-05																	
2005-06																	
2006-07																	
2007-08																	
2008-09																	
2009-10																	
2010-11																	
2011-12																	
2012-13																	

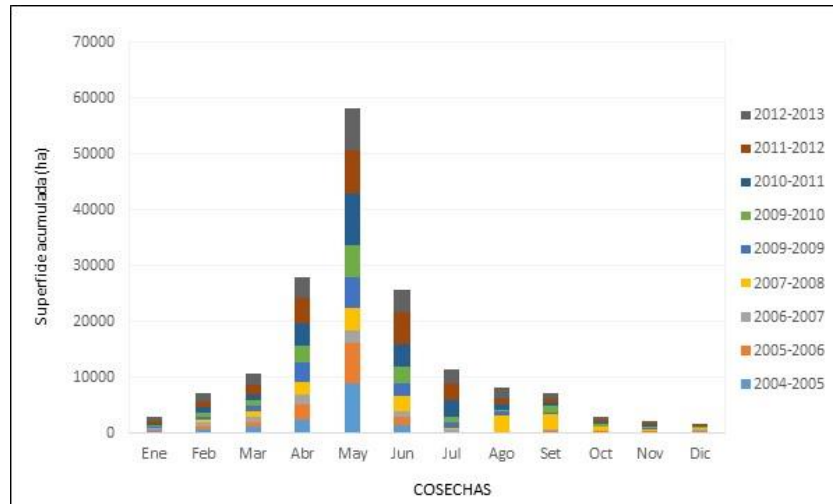
Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

Figura 27. Estacionalidad histórica de las siembras del cultivo de papa en el Departamento de Huancavelica



Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

Figura 28. Estacionalidad histórica de las cosechas del cultivo de papa en el Departamento de Huancavelica



Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

### 5.3.6 Trigo

El calendario histórico muestra que el cultivo se siembra principalmente de setiembre a marzo (Figura 29), siendo más frecuente esta labor de octubre a enero (Figura 30). En algunas campañas agrícolas se ejecutaron siembras tempranas (campaña 2009-10) y tardías (campañas 2006-07, 2008-09 y 2010-11), mayormente en áreas agrícolas bajo riego. Las cosechas se ejecutan principalmente de mayo a octubre (Figura 29), siendo más recurrente esta actividad de mayo a agosto (Figura 31).

El acumulado histórico de las campañas agrícolas (2004-05 al 2012-13) indica que se han cosechado en total 44 496 ha, correspondiendo solo a los meses de junio y julio 16 663 ha y 15 346 ha respectivamente, tanto de variedades locales y mejoradas como el Andino, Centenario, Gavilán, entre otras.

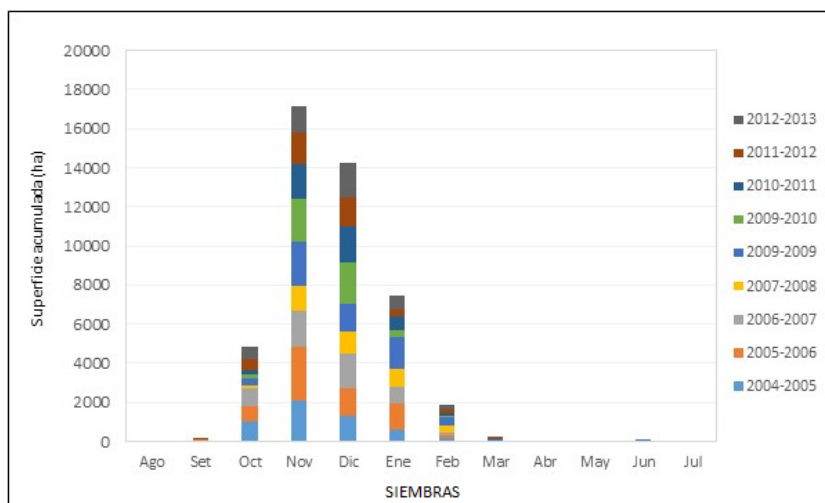
Figura 29. Calendario histórico de las siembras y cosechas del cultivo de trigo en el Departamento de Huancavelica

Campaña agrícola	SIEMBRAS																	
						COSECHAS												
	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2004-05																		
2005-06																		
2006-07																		
2007-08																		
2008-09																		
2009-10																		
2010-11																		
2011-12																		
2012-13																		

Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

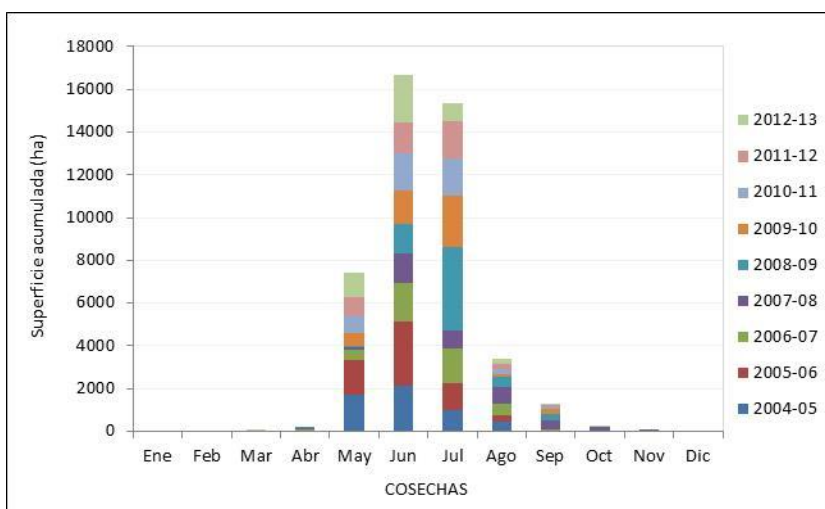


Figura 30. Estacionalidad histórica de las siembras del cultivo de trigo en el Departamento de Huancavelica



Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

Figura 31. Estacionalidad histórica de las cosechas del cultivo de trigo en el Departamento de Huancavelica

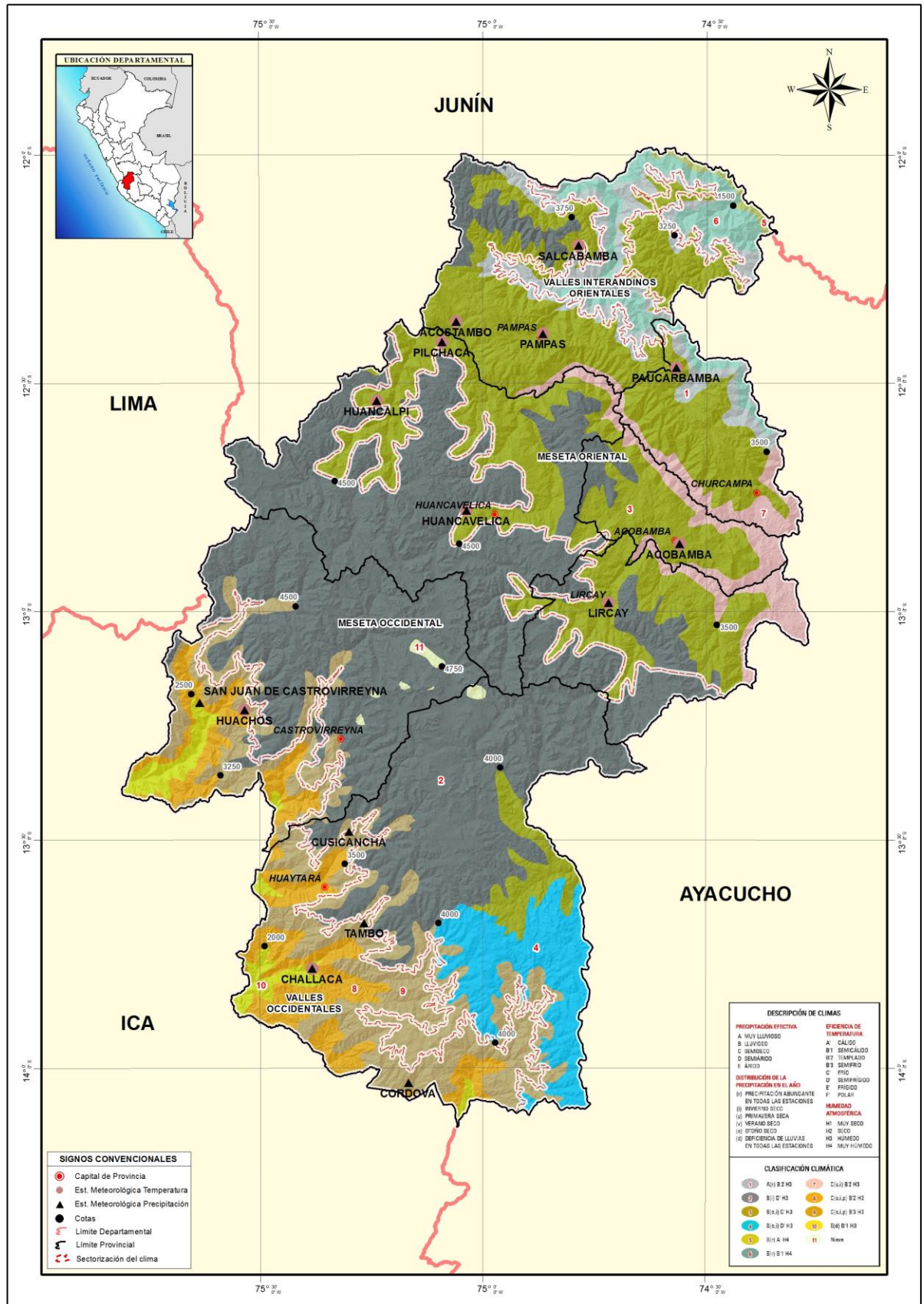


Fuente: DRA-Huancavelica (2014). Elaboración propia

## VI. COMPORTAMIENTO Y EVALUACIÓN DEL CLIMA DURANTE LA CAMPAÑA AGRÍCOLA

La presente sección analiza el comportamiento climático (a nivel temporal y espacial) durante el crecimiento y desarrollo de los cultivos priorizados, incidiendo principalmente en el análisis de la temperatura del aire, precipitación, evapotranspiración referencial, humedad relativa y viento, como parámetros de mayor influencia en la productividad agrícola. Para tal análisis se hace uso de la sectorización de Huancavelica, basada en las características climáticas, térmicas y topográficas (Figura 32).

Figura 32. Clasificación climática del Departamento de Huancavelica



Fuente: Elaboración propia

## 6.1 TEMPERATURA DEL AIRE

La región montañosa del Departamento de Huancavelica, enclavada en los andes centrales y occidentales, presenta terrenos escarpados en las mesetas altoandinas de orientación noroeste-sureste. El espacio cordillerano divide la vertiente occidental de la oriental confiriendo características térmicas diferenciales en cada piso altitudinal.

La Tabla 23 muestra los valores promedios y extremos de las temperaturas del aire para estaciones representativas del área de estudio, durante el período agrícola de los cultivos priorizados.

Al noreste, se ubican los valles interandinos orientales (1500 msnm a 3500 msnm), al límite con el Departamento de Junín. Las características térmicas de esta zona, representada por la estación de Salcabamba, muestran temperaturas extremas (mínima y máxima) que van entre 9,2°C y 18,4°C, con una media de 13,8°C. Durante el período agrícola, la década más cálida (20,2°C) ocurre en la tercera década de noviembre y la más fría (7,9°C) en la tercera década de mayo.

Entre los 3500 msnm y 4000 msnm, en la sucesión ondulada de la meseta oriental andina representada por las estaciones de Acobamba, Huancavelica y Pilchaca, las temperaturas extremas oscilan entre 3°C y 18,8°C, con una media que varía entre 9,9°C y 12,8°C. Durante el período agrícola, las mayores temperaturas máximas se presentan en noviembre como resultado de la mayor radiación incidente en la sierra peruana en esta época del año (SENAMHI, 2003) y la aún escasa cobertura nubosa al inicio de la temporada de lluvias. Asimismo, la década más fría ocurre en la tercera década de mayo, período donde los valores de temperatura mínima varían entre 0,3°C y 4,3°C.

Al suroeste (2000 msnm a 3800 msnm) se localizan los valles interandinos occidentales, en el límite con el Departamento de Ica, representados por la estación Challaca. Esta zona presenta un clima cálido y seco, con temperaturas extremas entre 12,7°C y 24,2°C. Asimismo, las décadas más cálidas y frías, durante el período agrícola, ocurren entre la segunda y tercera década de mayo.

Tabla 23. Valores extremos de temperatura del aire para estaciones representativas del Departamento de Huancavelica

Sector representativo	Estación meteorológica	Temperatura del aire (Período agrícola: noviembre a mayo)						
		Promedio (°C)			Valor y década más cálida (°C)		Valor y década más fría (°C)	
		Media	Máxima	Mínima				
Valles interandinos orientales	Salcabamba (2001-2013)	13,8	18,4	9,2	20,2	3ra de noviembre	7,9	3ra de mayo
Meseta oriental	Acobamba (1995-2013)	12,7	18,8	6,6	20,5	1ra de noviembre	4,3	3ra de mayo
	Huancavelica (1999-2010)	10,1	17,2	3	18,5	1ra de noviembre	0,3	3ra de mayo
	Pilchaca (1966-2013)	10,9	17,3	4,5	18,6	2da de noviembre	2,6	3ra de mayo
Valles interandinos occidentales	Challaca (2001-2012)	18,5	24,2	12,7	25,0	2da de mayo	10,3	3ra de mayo

Fuente: Datos históricos de temperatura del aire del SENAMHI. Elaboración propia

### 6.1.1 Distribución temporal

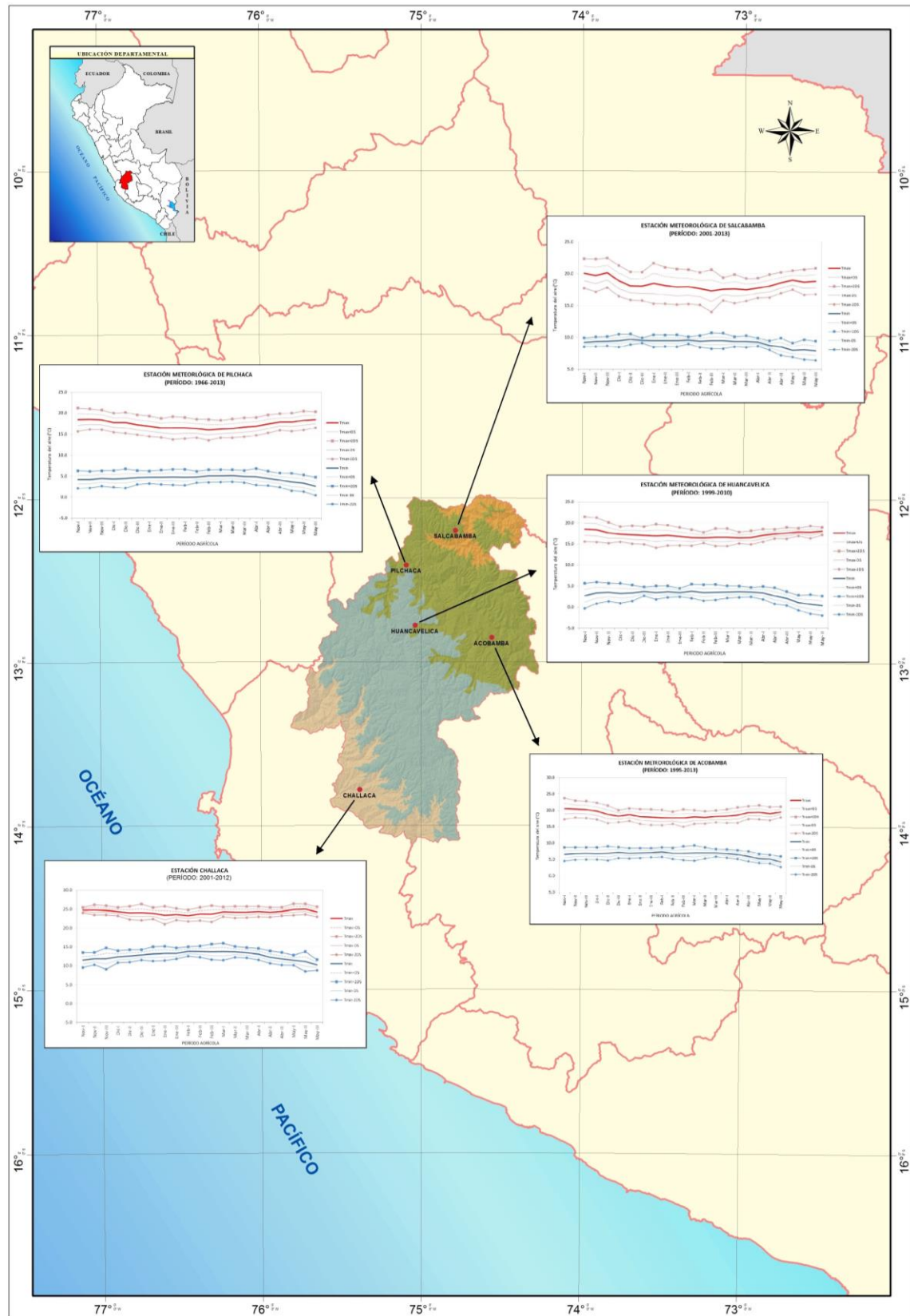
La Figura 33 muestra los comportamientos promedios decadiarios de las temperaturas máximas y mínimas con sus respectivas desviaciones estándar durante el período agrícola de los cultivos priorizados.

Por lo general, dentro de la campaña agrícola, los valores de temperaturas máximas del aire más elevados se presentan en la estación de primavera (noviembre) y las mayores temperaturas mínimas del aire se presentan durante la estación lluviosa, en verano.

En condiciones promedio, las temperaturas máximas decadiarias más dos desviaciones estándar, en todas las estaciones, suelen ser benignas durante el período agrícola de los cultivos priorizados, no afectándose así las distintas fases fenológicas y procesos fisiológicos de los cultivos. Sin embargo, las temperaturas mínimas decadiarias registradas en las estaciones localizadas en la meseta oriental, por encima de los 3500 msnm, pueden afectar el crecimiento de los cultivos priorizados porque los valores promedios menos dos desviaciones estándar se encuentran por debajo de los 5°C. La ocurrencia de estas bajas temperaturas, en fases fenológicas sensibles de la planta, tiene un efecto negativo directo sobre el rendimiento.



Figura 33. Comportamiento temporal de las temperaturas extremas del aire y su respectiva desviación estándar en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



Fuente: Datos históricos de temperatura del aire del SENAMHI. Elaboración propia

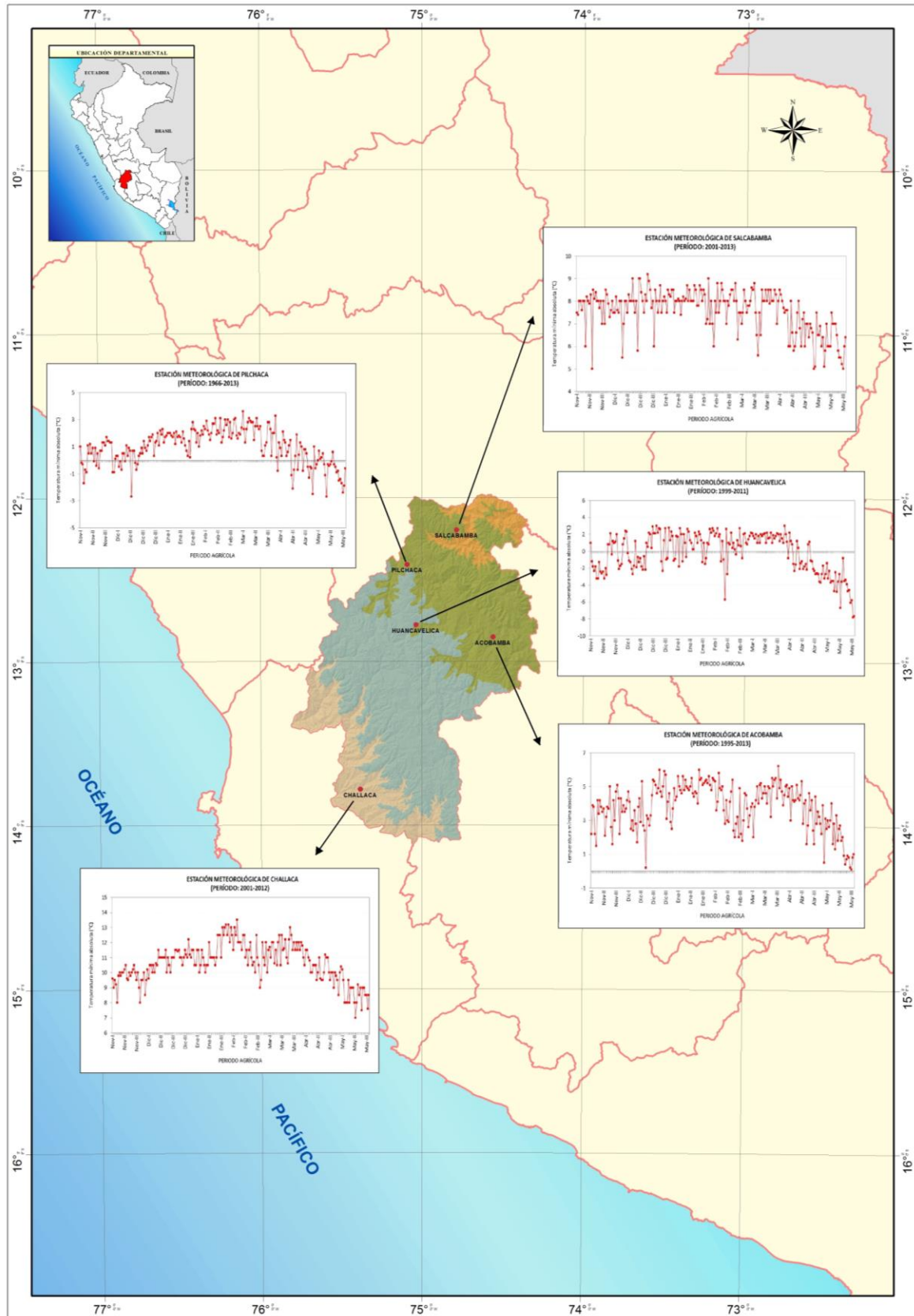
## **Temperatura mínima absoluta**

La Figura 34 muestra el comportamiento de la temperatura mínima absoluta durante el período agrícola de los cultivos priorizados.

Las temperaturas mínimas absolutas ocurridas durante el período agrícola muestran registros de valores por debajo del umbral mínimo que requieren los cultivos priorizados principalmente en las estaciones localizadas en la meseta oriental (estaciones de Huancavelica, Pilchaca y Acobamba). La ocurrencia de estas bajas temperaturas trae consigo efectos perjudiciales sobre el crecimiento y rendimiento de las plantas, principalmente cuando los descensos térmicos ocurren entre enero y febrero, periodo donde se presentan las fases fenológicas más sensibles de la planta.

Las estaciones localizadas en los valles interandinos occidentales (representados por Challaca) registran temperaturas mínimas absolutas superiores al umbral mínimo de cada cultivo priorizado. Por lo tanto, la siembra de los cultivos de arveja, cebada, haba, maíz amiláceo, papa y trigo no presentarían problemas durante su crecimiento por efecto de estos descensos de temperatura.

Figura 34. Comportamiento temporal de la temperatura mínima absoluta en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



Fuente: Datos históricos de temperatura mínima del aire del SENAMHI. Elaboración propia

### 6.1.2 Distribución espacial

En el Departamento de Huancavelica, los patrones térmicos muestran diferencias estacionales relacionadas a la latitud, altitud y topografía. Asimismo, la influencia de las corrientes monzónicas de verano y los sistemas de presión sobre Sudamérica tienen un marcado efecto en el régimen de temperatura en la zona de estudio.

#### 6.1.2.1 Temperatura media del aire

##### A nivel estacional

Los Mapas 18 al 21 presentan la distribución espacial de la temperatura media del aire en el Departamento de Huancavelica, en las estaciones de verano, otoño, invierno y primavera. En promedio durante el año, la temperatura media del aire oscila de 4°C a 23°C, predominando las temperaturas medias de 4°C a 16°C.

En verano y otoño, las temperaturas medias más bajas (4°C a 8°C) se presentan en mayor extensión en las regiones más altas (superiores a 4000 msnm) ubicadas en la parte central del Departamento. Conforme la estacionalidad en el año cambia, estos valores son menos frecuentes en primavera.

Los valores de temperatura media de 8°C a 16°C se aprecian en mayor extensión en todas las estaciones del año, principalmente hacia la zona norte y sur del área de estudio (2300 msnm a 4000 msnm), donde se localizan las provincias de Tayacaja, parte de Huancavelica, Huaytará, Churcampá, Acobamba y Angares.

En los valles interandinos (1500 msnm a 3800 msnm) se observan valores de temperatura media de 16°C a 23°C en la estación de verano, en áreas localizadas en la parte central y noreste de la provincia de Tayacaja, así como en áreas limítrofes con el Departamento de Ica (provincias de Castrovirreyna y Huaytará).

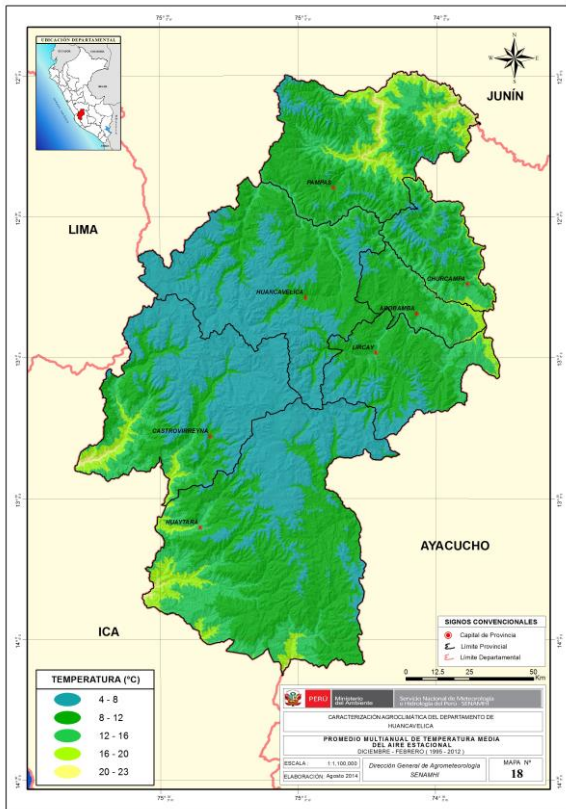
##### A nivel del período agrícola

El Mapa 22 muestra la distribución espacial de la temperatura media del aire, en el Departamento de Huancavelica, durante el periodo agrícola de los cultivos priorizados (noviembre a mayo). Las mayores áreas agrícolas donde se producen los cultivos priorizados se localizan en pisos altitudinales, donde las temperaturas medias varían de 8°C a 20°C. Estas zonas se localizan mayormente en las provincias de Tayacaja, Churcampá, Acobamba y parte de Huancavelica y Angares.

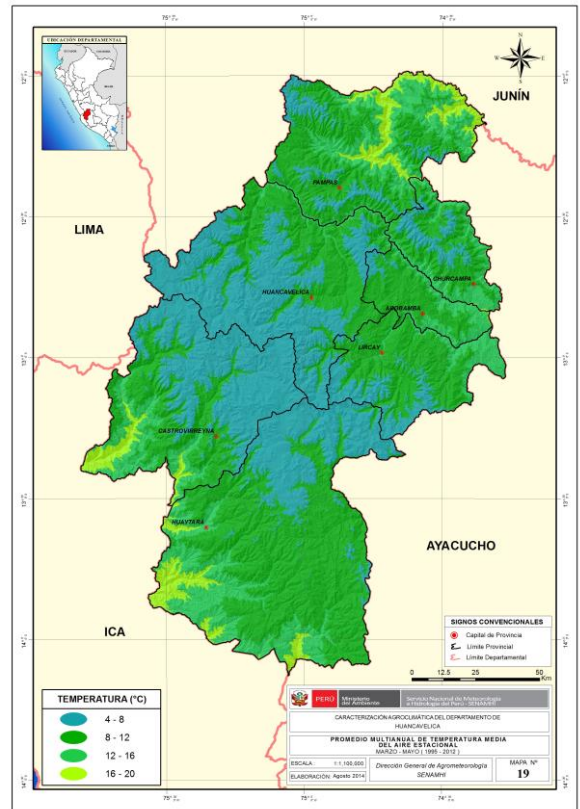
En general, las temperaturas medias oscilan en el requerimiento térmico óptimo necesario para el crecimiento de las plantas. Sin embargo, las áreas agrícolas (por encima de los 3500 msnm) donde se presentan temperaturas medias de 4°C a 8°C pueden retrasar ligeramente las distintas fases fenológicas de los cultivos de cebada, trigo y papa, debido a que estos valores se encuentran próximos al umbral térmico mínimo que requieren los cultivos.



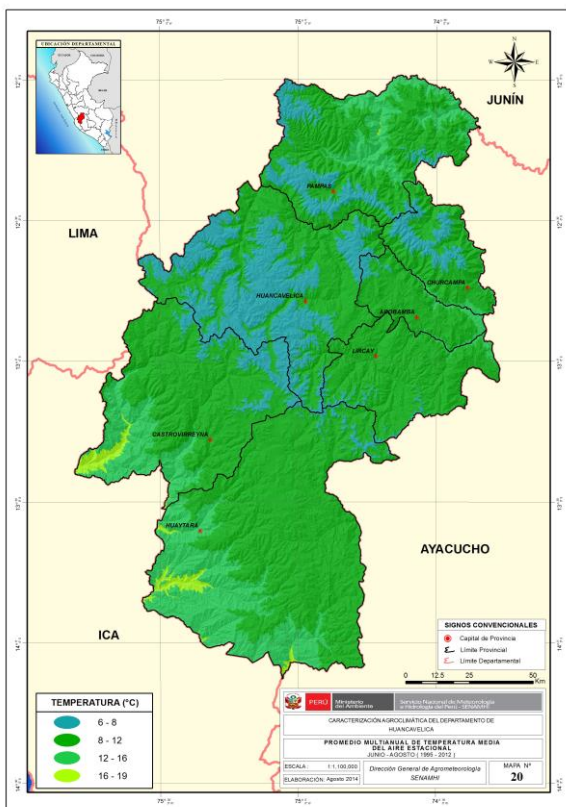
Mapa 18. Estación de verano



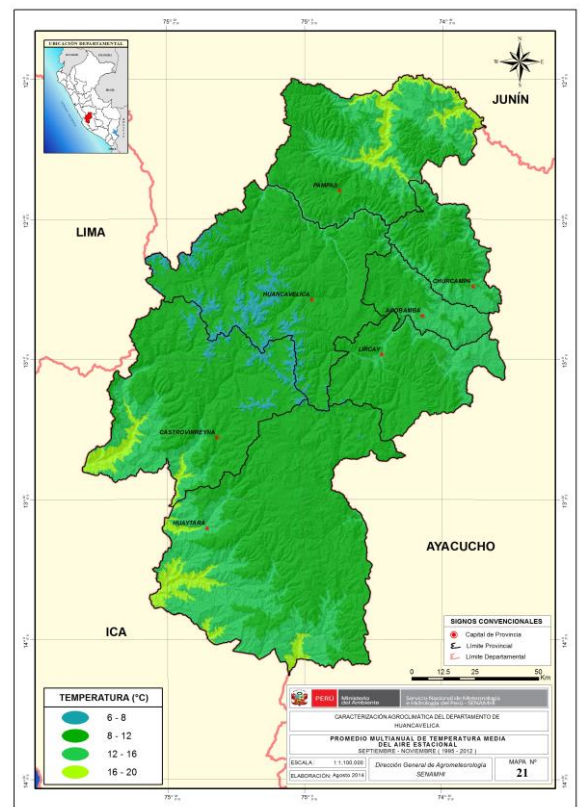
Mapa 19. Estación de otoño



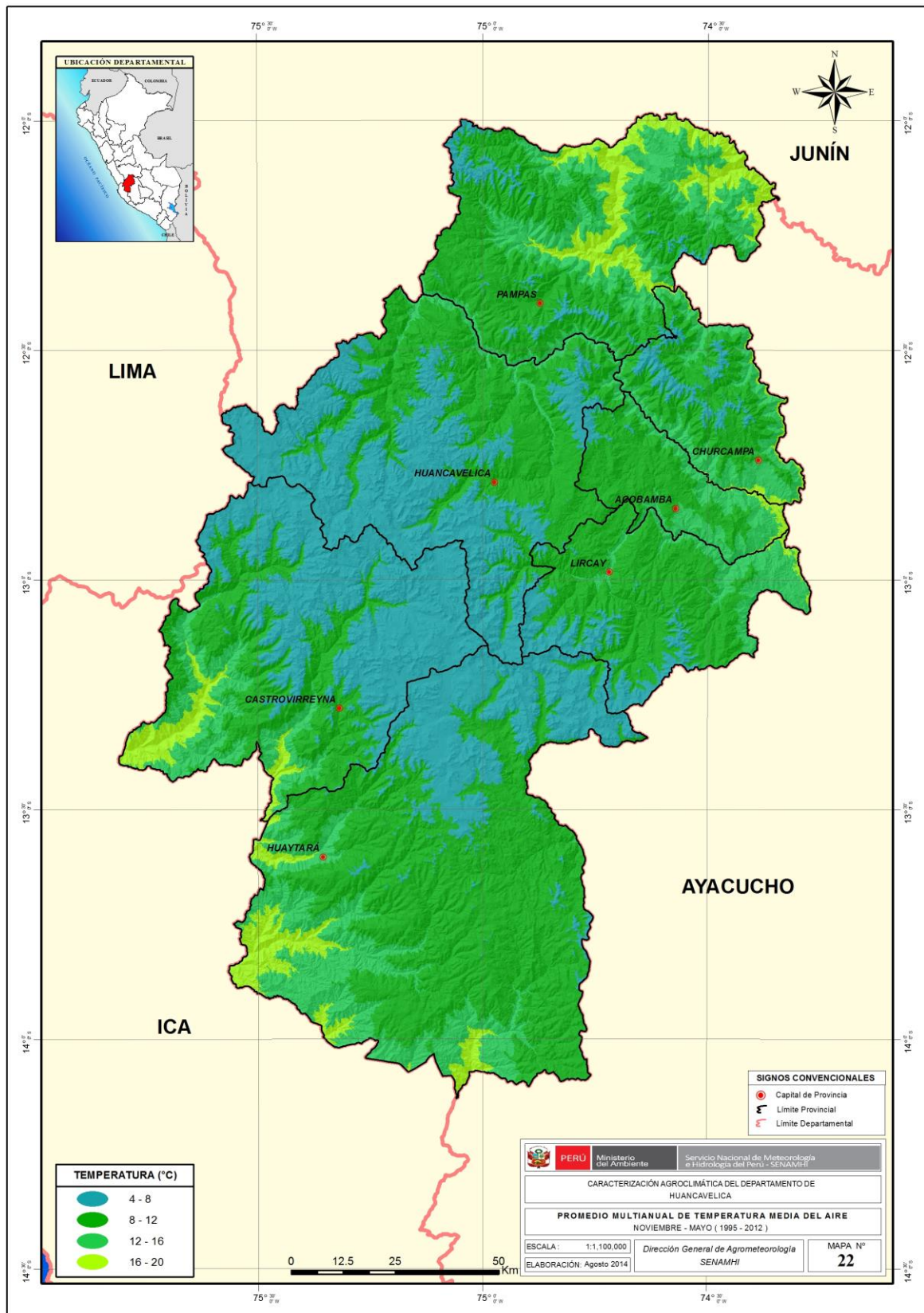
Mapa 20. Estación de invierno



Mapa 21. Estación de primavera



Mapa 22. Distribución espacial de la temperatura media del aire durante el período agrícola de los cultivos priorizados



Fuente: SENAMHI

### 6.1.2.2 Temperatura máxima del aire

#### A nivel estacional

La estacionalidad de la temperatura máxima es dependiente de los patrones regionales de circulación atmosférica. Mientras que la estación de verano representa una época de gran pluviosidad asociada al sistema anticiclónico de niveles altos (Alta de Bolivia) y flujos cálido-húmedos amazónicos del este, y la consecuente formación nubosa hacia las partes altas de las cuencas hidrográficas; invierno es una época seca debido a la migración de sistemas atmosféricos. Los Mapas 23 al 26 muestran la distribución espacial de la temperatura máxima del aire en el Departamento de Huancavelica, en las estaciones de verano, otoño, invierno y primavera. En promedio durante el año, la temperatura máxima del aire oscila de 10°C a 28°C, prevaleciendo las temperaturas medias de 12°C a 20°C.

En verano y otoño, las temperaturas máximas de 12°C a 20°C ocupan la mayor superficie del Departamento, principalmente en la región, por encima de los 4000 msnm conformada por la meseta occidental. Los mayores valores de temperatura máxima (20°C a 28°C) se encuentran generalmente hacia el norte (provincia de Tayacaja) y sur (provincias de Castrovirreyna y Huaytará) de la zona de estudio.

La ausencia de cobertura nubosa influye en el comportamiento de las temperaturas máximas en invierno, debido a que alcanzan valores de 16°C a 20°C en casi toda la extensión del Departamento; a excepción de algunos sectores de las provincias de Churcampá, Tayacaja y Huancavelica, donde se registran valores de 14°C a 16°C. Asimismo, los mayores valores de temperatura máxima (20°C a 24°C) se observan en el extremo suroeste de las provincias de Huaytará y Castrovirreyna.

En primavera, con el inicio de las lluvias, las temperaturas máximas disminuyen en gran parte de las provincias de Castrovirreyna y Huancavelica, alcanzando valores de 13°C a 16°C. Sin embargo, algunos sectores ubicados hacia el noreste y suroeste de la zona de estudio se hacen más cálidos, presentando valores de temperatura máxima de 20°C a 24°C.

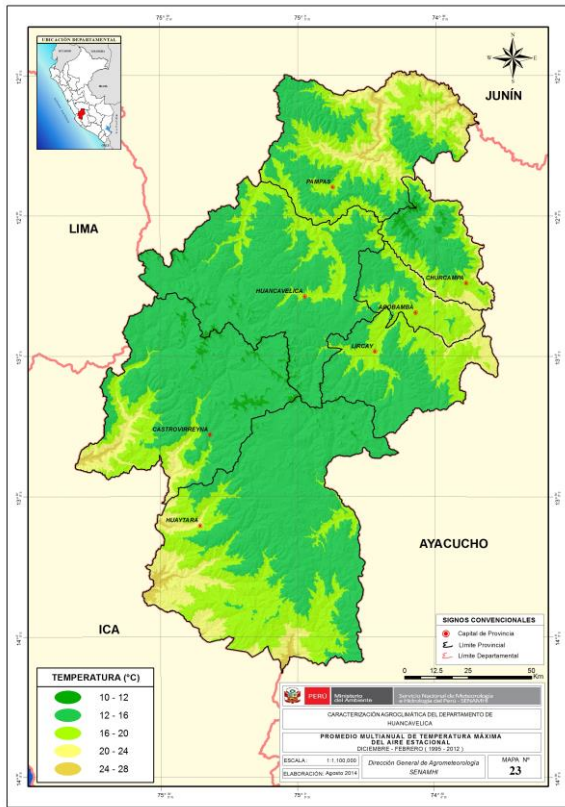
#### A nivel del período agrícola

El Mapa 27 presenta la distribución espacial de la temperatura máxima del aire, en el Departamento de Huancavelica, durante el período agrícola de los cultivos priorizados. Se presentan temperaturas máximas alrededor de 12°C a 24°C, en áreas agrícolas localizadas en las regiones suni, quechua y parte de la yunga fluvial. Estas temperaturas se encuentran en el rango térmico óptimo que requieren los cultivos priorizados para su crecimiento.

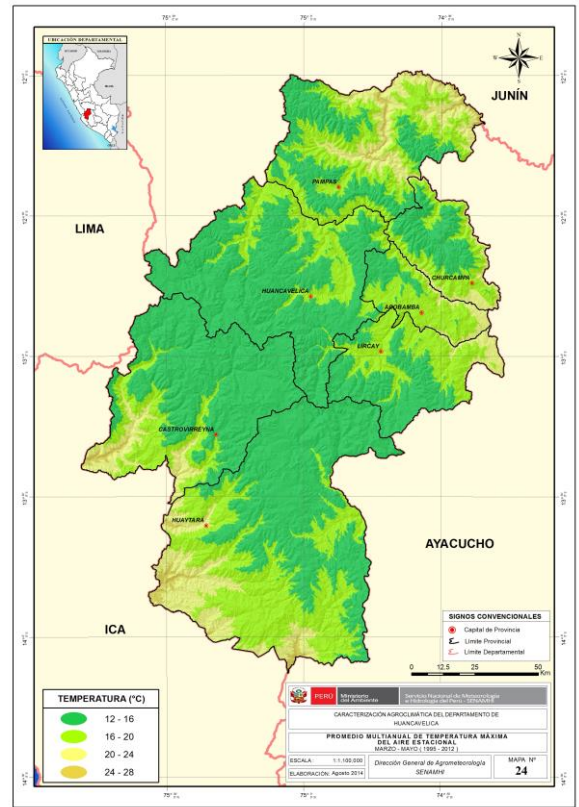
Sin embargo, en la parte baja de los valles interandinos orientales, las temperaturas máximas oscilan de 24°C a 28°C, en áreas agrícolas ubicadas en gran parte de la provincia de Tayacaja. Los cultivos priorizados que se producen en estos lugares podrían presentar problemas durante el desarrollo de las distintas fases fenológicas y los procesos fisiológicos, debido al estrés térmico en el cual crecen los cultivos.



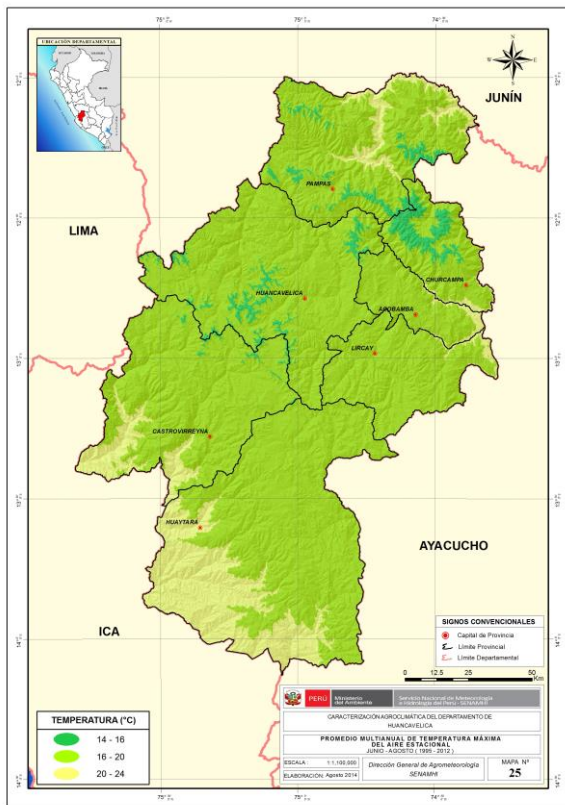
Mapa 23. Estación de verano



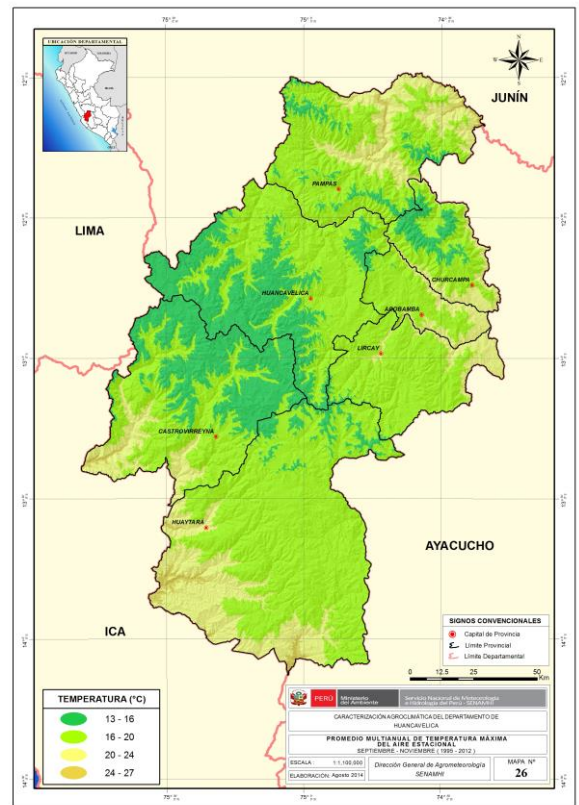
Mapa 24. Estación de otoño



Mapa 25. Estación de invierno

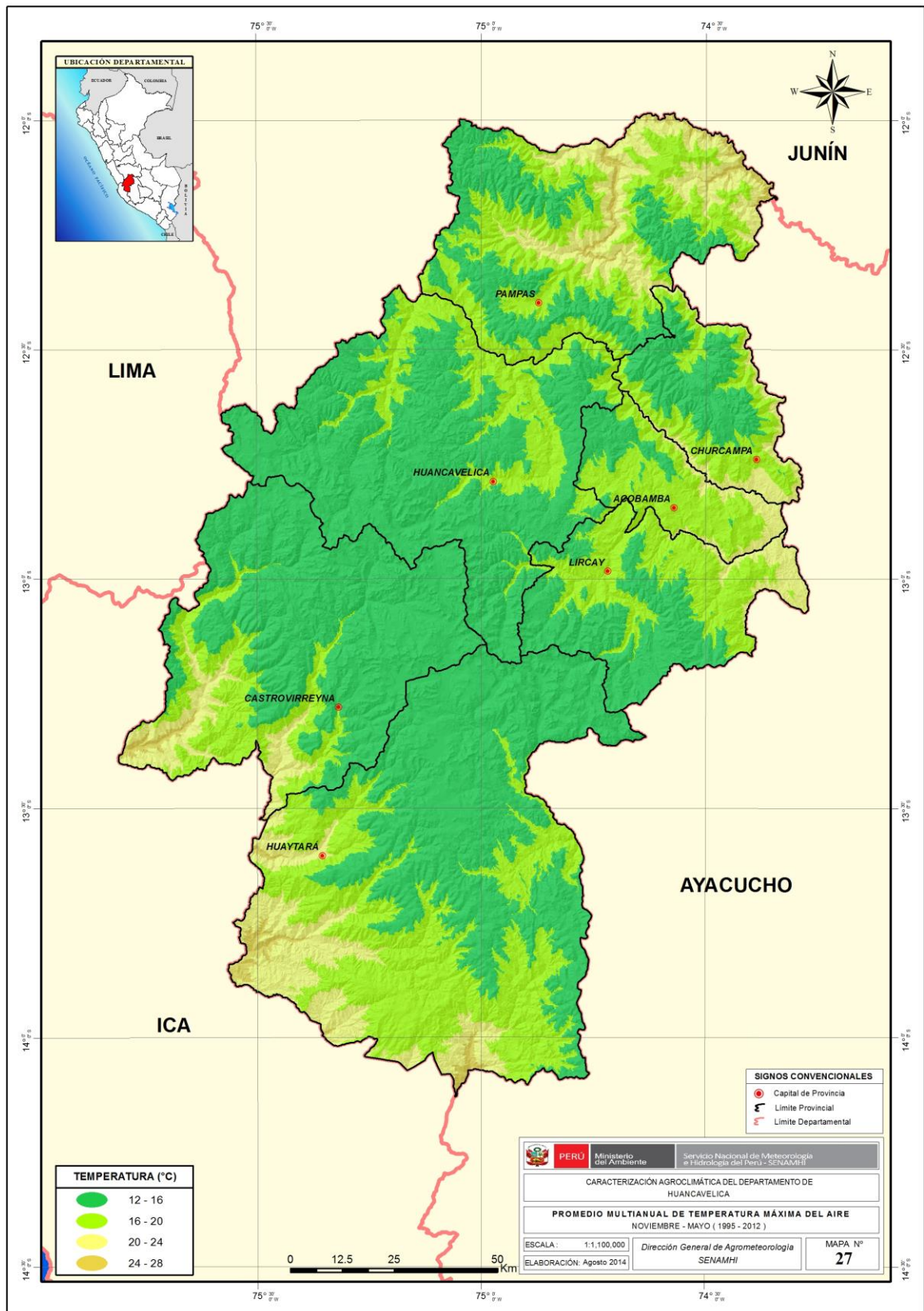


Mapa 26. Estación de primavera





Mapa 27. Distribución espacial de la temperatura máxima del aire durante el período agrícola de los cultivos priorizados



Fuente: SENAMHI

### 6.1.2.3 Temperatura mínima del aire

#### A nivel estacional

Los Mapas 28 al 31 muestran la distribución espacial de la temperatura mínima del aire en el Departamento de Huancavelica, en las estaciones de verano, otoño, invierno y primavera. En promedio durante el año, la temperatura media del aire oscila de -2°C a 16°C, predominando temperaturas mínimas medias de 0°C a 8°C.

La variación espacial de la temperatura mínima del aire relacionada con la cobertura nubosa, altitud y ciclos estacionales muestra importantes disminuciones entre las cadenas y mesetas montañosas de la cordillera central y occidental. Durante invierno, las disminuciones de temperatura mínima pueden llegar hasta -2°C, alcanzando su mayor extensión en las provincias de Huancavelica, Churcampá, Angares y Tayacaja.

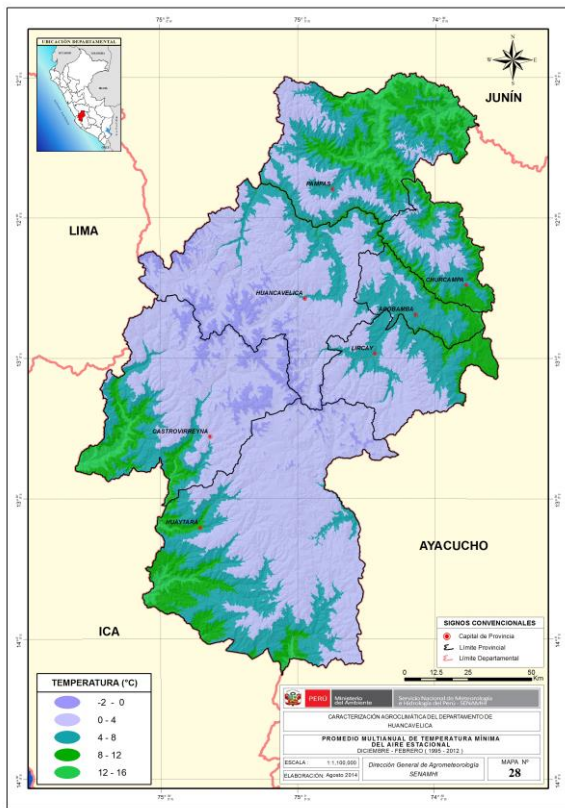
Durante primavera y verano, cuando se alcanzan los mayores valores de temperatura mínima, la distribución espacial es diferencial. En verano, la temperatura mínima en la zona baja al noreste del Departamento (provincia de Tayacaja) puede oscilar de 12°C a 16°C y en las zonas más altas, sobre los 4000 msnm, presenta valores de hasta -2°C. En primavera, aun cuando la cobertura nubosa no es abundante como en verano, la temperatura mínima en la región Puna no disminuye más de 0°C, con comportamiento similar observado en el resto del área.

#### A nivel del período agrícola

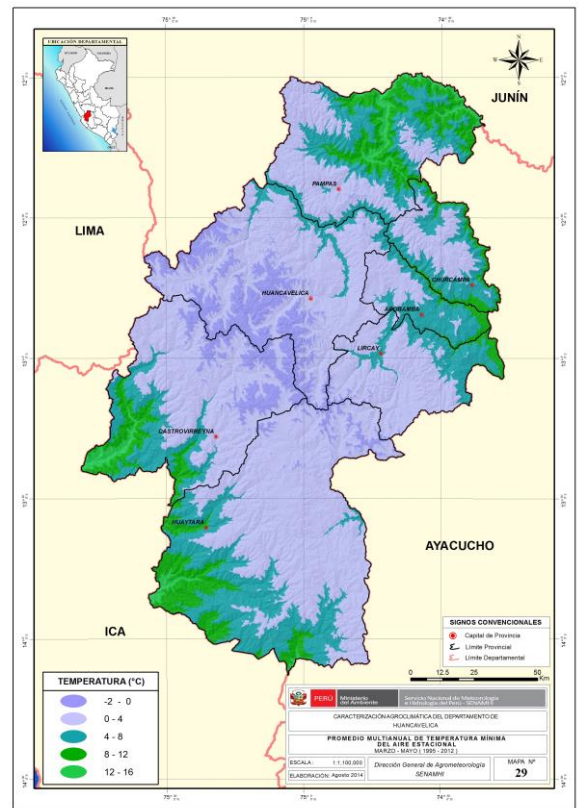
El Mapa 32 muestra la distribución espacial de la temperatura mínima del aire, en el Departamento de Huancavelica, durante el período agrícola de los cultivos priorizados. En general, las mejores condiciones para la producción de los cultivos priorizados ocurren en áreas agrícolas localizadas bajo los 3500 msnm, debido a que las temperaturas mínimas son superiores al umbral térmico mínimo (> 4°C) que requieren las plantas para su crecimiento.

Los cultivos priorizados que se cultivan, por encima de los 3500 msnm, reducen considerablemente su rendimiento porque la temperatura mínima, en mayor extensión en la zona de estudio, oscila alrededor de -2°C a 4°C. Sin embargo, algunas variedades de papas nativas amargas presentan un amplio rango de adaptabilidad y tolerancia a las bajas temperaturas, que podrían sembrarse en estas zonas.

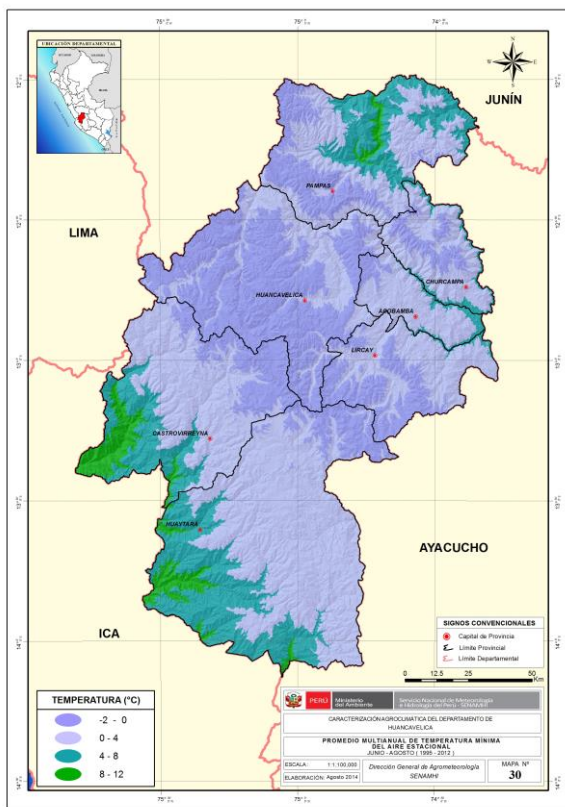
Mapa 28. Estación de verano



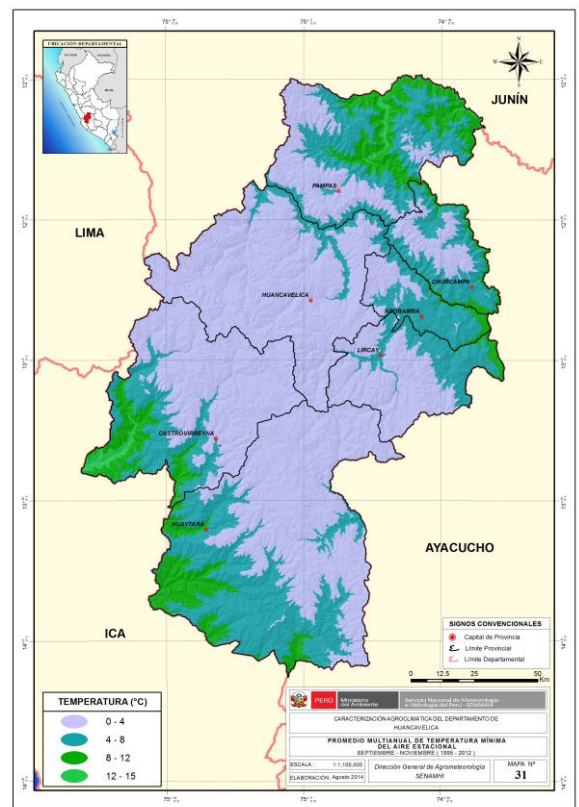
Mapa 29. Estación de otoño



Mapa 30. Estación de invierno

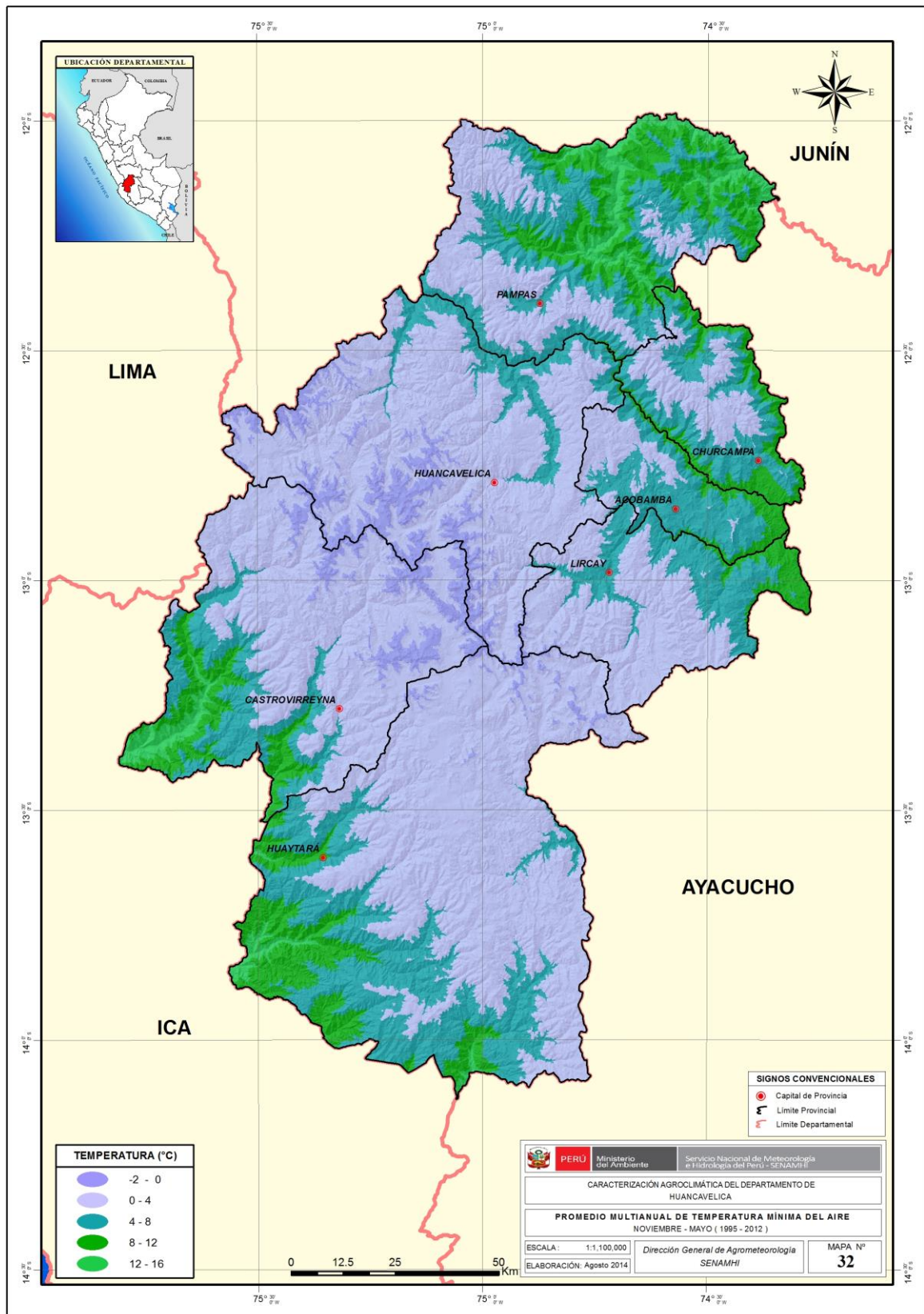


Mapa 31. Estación de primavera





Mapa 32. Distribución espacial de la temperatura mínima del aire durante el período agrícola de los cultivos priorizados



Fuente: SENAMHI



## 6.2 HELADAS METEOROLÓGICAS Y AGRONÓMICAS

La caracterización de las heladas meteorológicas y agronómicas constituye una herramienta para la planificación agrícola, dado que permite tomar decisiones anticipadas de largo, mediano y corto plazo, tales como elección de especies y variedades a cultivar según su tolerancia, su ciclo vegetativo, entre otros. Además permite evaluar medidas de protección más acordes con la realidad de la zona, actividades que permitirán atenuar sus impactos en la actividad agrícola (SENAMHI, 2013).

Las heladas meteorológicas son mayormente por irradiación del calor desde el suelo, debido a la escasa humedad atmosférica y viento en calma, provocando el enfriamiento intenso del aire en las capas más bajas de la atmósfera, propagándose el calor hacia las capas superiores, originando temperaturas inferiores cerca al suelo e incrementándose hacia las capas superiores (Villegas y Rosas, 1989).

### 6.2.1 Heladas meteorológicas

#### Frecuencia relativa de heladas meteorológicas

Por lo general, las heladas meteorológicas en el Departamento de Huancavelica se presentan con mayor frecuencia en la estación de invierno (junio, julio y agosto), en zonas altoandinas localizadas sobre los 3500 msnm.

La mayor frecuencia de heladas meteorológicas ocurre hacia finales del periodo agrícola (abril y mayo), cuando los cultivos priorizados se encuentran en la etapa de maduración. Sin embargo, según su intensidad y duración, las heladas meteorológicas son más dañinas cuando la planta se encuentra en su etapa reproductiva (período crítico del cultivo). Tal es así que entre enero a marzo, se han registrado heladas meteorológicas persistentes, posiblemente impactando sobre el rendimiento de los cultivos priorizados en áreas agrícolas de las provincias de Huancavelica y Angares, principalmente (Figura 35).

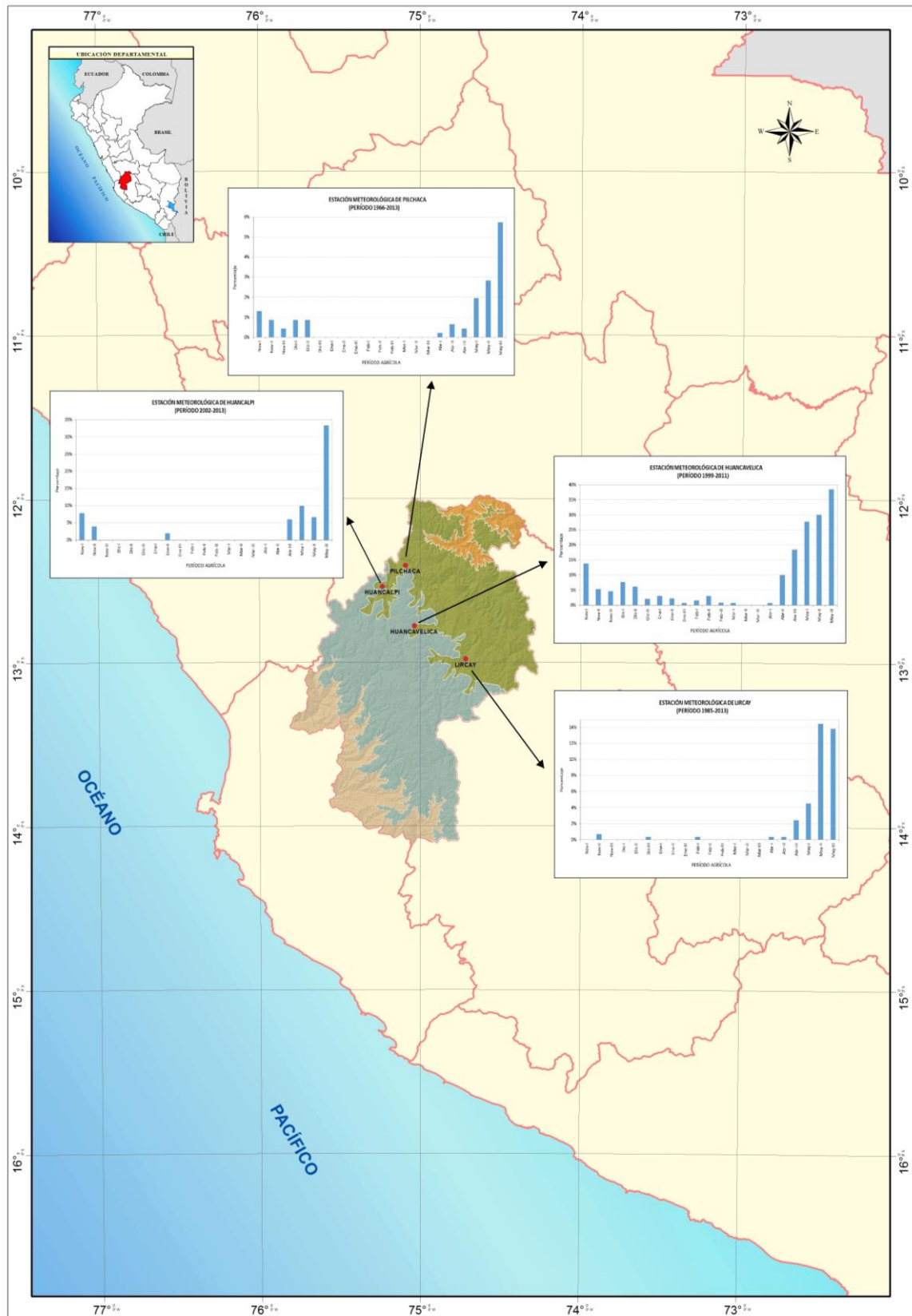
Asimismo, es preciso mencionar que si los productores agrarios cuentan con dotaciones de riego o conocimiento sobre las prácticas culturales (aplicaciones de abonos orgánicos y/o foliares, quema de rastrojos, entre otros), pueden minimizar el impacto de estas bajas temperaturas.

#### Intensidad de heladas meteorológicas

Durante la etapa vegetativa y reproductiva de los cultivos priorizados predominaron heladas meteorológicas de intensidad entre suave a moderada. Asimismo, en las estaciones de Acostambo, Huancavelica y Pampas solo es posible apreciar la ocurrencia de heladas meteorológicas de intensidad fuerte (Tabla 24).

Finalmente, es importante precisar que de los cultivos priorizados sólo algunas variedades de papa amarga presentan resistencia a las heladas meteorológicas.

Figura 35. Frecuencia relativa promedio de heladas meteorológicas en estaciones de la meseta andina del Departamento de Huancavelica



Fuente: Datos históricos de temperatura mínima del aire del SENAMHI. Elaboración propia

Tabla 24. Intensidad de las heladas meteorológicas en estaciones de la meseta andina del  
Departamento de Huancavelica

Severidad de la helada meteorológica	Rango	ACOSTAMBO		HUANCAVELICA	
		Total	Diciembre a marzo	Total	Diciembre a marzo
		%	%	%	%
Muy severo	< a -10	0	0	0	0
Severo	-8 a -9,9	0,4	0,2	0,4	0,2
Muy fuerte	-6 a -7,9	4,6	2,2	4,3	2,2
Fuerte	-4 a -5,9	14,8	7,3	14,3	6,6
Moderado	-2 a -3,9	35,9	31,3	36,1	29,5
Suave	0 a -1,9	44,2	59,1	45	61,5
Severidad de la helada meteorológica	Rango	PILCHACA		HUANCALPI	
		Total	Diciembre a marzo	Total	Diciembre a marzo
		%	%	%	%
Muy severo	< a -10	0	0	0	0
Severo	-8 a -9,9	0,4	0,2	0	0
Muy fuerte	-6 a -7,9	4,3	2,2	0	0
Fuerte	-4 a -5,9	14,3	6,6	3,1	0
Moderado	-2 a -3,9	36,1	29,5	29,8	16
Suave	0 a -1,9	45	61,5	67,1	84

Fuente: Datos históricos de temperatura mínima del aire del SENAMHI. Elaboración propia

### Fechas de primeras y últimas heladas meteorológicas

Usualmente la mayor frecuencia de las heladas meteorológicas se presenta en la estación de invierno; aunque las primeras heladas meteorológicas pueden registrarse en promedio a mediados de otoño (abril a mayo), denominándosele también heladas otoñales, y las últimas heladas, llamadas tardías o primaverales, pueden registrarse entre setiembre y octubre (SENAMHI, 2010).

Según la información presentada en la Tabla 25, respecto a las estaciones localizadas por encima de los 3500 msnm, en la meseta andina, se aprecia que las primeras heladas meteorológicas ocurren en promedio entre el 28 de febrero y el 5 de junio, con una variabilidad de 34 a 53 días. La intensidad de las bajas temperaturas oscila de -0,6°C a -1,5°C, registrándose los menores valores en Acostambo (-1,5°C) y Huancavelica (-1,2°C). La última helada meteorológica puede ocurrir en promedio entre el 30 de agosto y el 21 de noviembre, con una variabilidad de 33 a 65 días. La intensidad de las bajas temperaturas varía de -0,5°C a -1,7°C, registrándose los menores valores en Huancavelica (-1,7°C) y Acostambo (-1,2°C).

### Período libre de heladas meteorológicas

El período libre de heladas meteorológicas, en promedio, oscila de 108 a 280 días, con una desviación de 55 a 82 días. Dentro de este período los cultivos priorizados pueden crecer con una menor probabilidad de ser afectados por los descensos de la temperatura mínima (Tabla 25).

Tablas 25. Caracterización de las primeras, últimas y período libre de heladas meteorológicas en estaciones de la meseta montañosa del Departamento de Huancavelica

Caracterización de las heladas meteorológicas		ACOSTAMBO	HUANCAVELICA	HUANCALPI
Primeras Heladas	Fecha media	8 Mar	28 Feb	21 Abr
	Desviación estándar	48,0	41,5	53,3
	Máxima	10 May	5 May	28 May
	Mínima	2 Ene	2 Ene	19 Ene
	Intensidad media	-1,5	-1,2	-0,8
	Desviación estándar	1,1	0,7	1,0
Últimas Heladas	Fecha media	21 Nov	4 Nov	23 Set
	Desviación estándar	51,6	64,9	33,6
	Máxima	30 Dic	29 Dic	17 Nov
	Mínima	28 Abr	28 Abr	31 Jul
	Intensidad media	-1,2	-1,7	-0,7
	Desviación estándar	0,9	1,1	1,1
Período libre de heladas	Fecha media	108	114	210
	Desviación estándar	81,5	72,8	72,1
Caracterización de las heladas meteorológicas		PILCHACA	LIRCAY	PAMPAS
Primeras Heladas	Fecha media	5 Jun	21 May	17 Abr
	Desviación estándar	34,2	41,0	41,3
	Máxima	28 Set	15 Jul	26 May
	Mínima	7 Abr	8 Ene	14 Ene
	Intensidad media	-0,6	-0,6	-0,6
	Desviación estándar	0,7	0,8	0,8
Últimas Heladas	Fecha media	30 Ago	3 Set	4 Nov
	Desviación estándar	55,6	33,3	37,5
	Máxima	17 Dic	28 Nov	28 Dic
	Mínima	11 Jun	17 Jun	31 Ago
	Intensidad media	-0,5	-0,9	-0,9
	Desviación estándar	0,5	0,7	0,6
Período libre de heladas	Fecha media	280	260	164
	Desviación estándar	63,8	54,8	62,3

Fuente: Datos históricos de temperatura mínima del aire del SENAMHI. Elaboración propia

### 6.2.2 Heladas agronómicas

Considerando las temperaturas base de los cultivos priorizados, en las Figuras 36 y 37 se presentan las frecuencias promedio de heladas agronómicas registradas en estaciones representativas del área de estudio. Se observa que en gran parte del año los cultivos priorizados están expuestos a estos umbrales térmicos, que no causarían daño a los tejidos de las plantas, pero sí retardaría su crecimiento (Cepeda y Gallegos, 2003; López et al. 1980; Manrique, 1987; Lesur, 2005; Altet, 2006).

#### Frecuencia relativa de heladas agronómicas

Para el cultivo de papa mejorada se muestra una probabilidad inferior al 1% que las heladas agronómicas se registren durante la fase fenológica más sensible para el cultivo, y para el caso del maíz amiláceo una probabilidad menor al 3%; según se observa en la estación de Salcabamba (Figura 36).



En las partes altas del noreste se observa que el cultivo de papa nativa y papa mejorada están expuestas a descensos térmicos durante la fase más crítica de la planta (floración e inicios del llenado de los tubérculos), debido a que la probabilidad de ocurrencia de las heladas agronómicas (Huancavelica y Pilchaca) es menor al 40% en la papa nativa y al 90% en la papa mejorada. Caso contrario ocurre en la parte baja de esta zona, estación de Acobamba, que presenta una probabilidad inferior al 10% en la papa nativa y al 30% en la papa mejorada.

Los cultivos de arveja, cebada, haba, trigo y maíz amiláceo son los cultivos que presentan una mayor probabilidad de ocurrencia de heladas agronómicas durante su crecimiento, llegando incluso a ser superiores al 40% en las estaciones de Huancavelica y Pilchaca e inferiores al 20% en Acobamba (Figura 37).

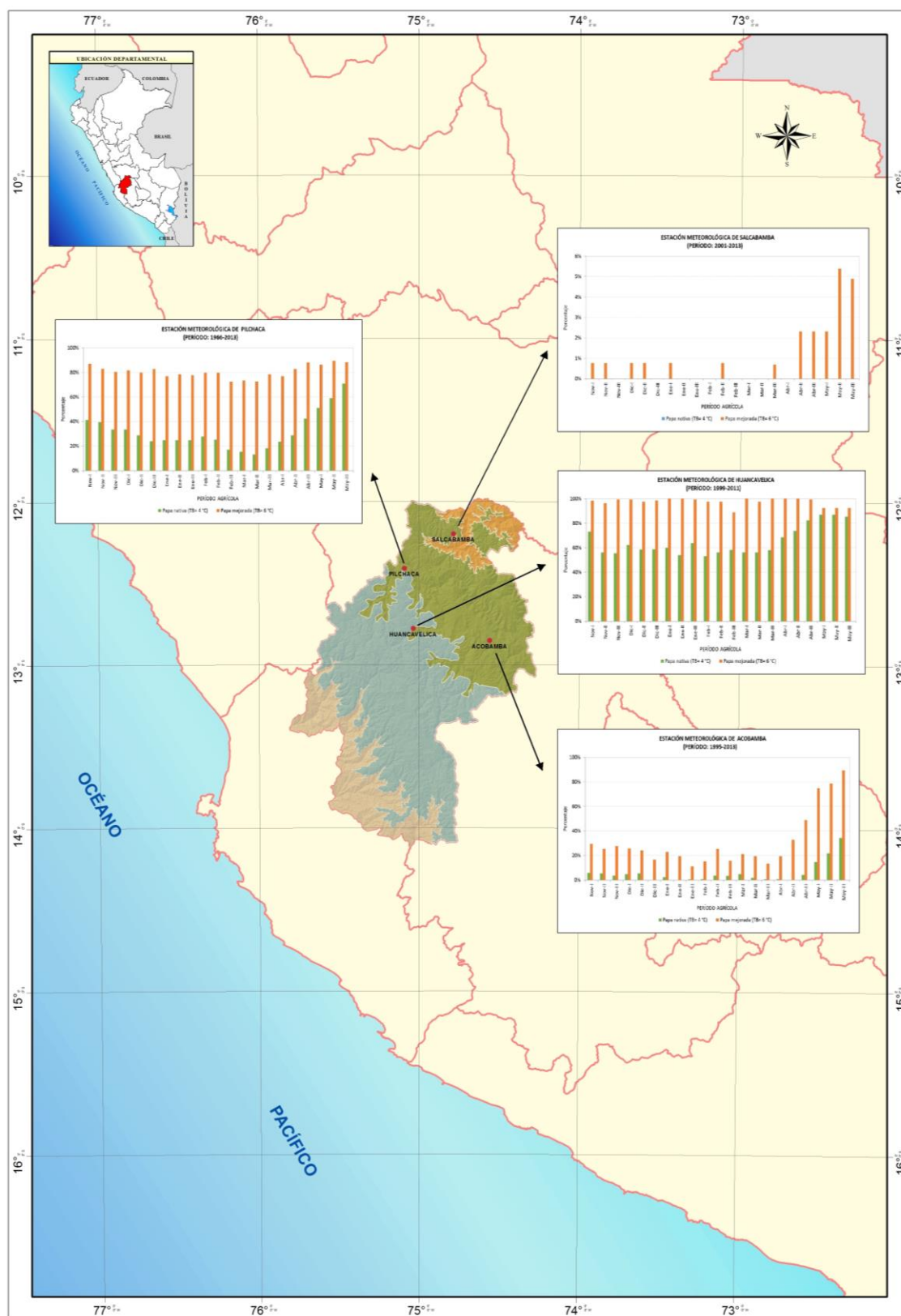
### Fecha de primeras y últimas heladas agronómicas

Las Tablas 26 y 27 muestran la caracterización de las primeras, últimas y período libre de heladas agronómicas, en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica, considerando las temperaturas base de cada cultivo priorizado.

Los valles interandinos orientales (estación de Salcabamba) muestran que las primeras heladas agronómicas, en el cultivo de **papa mejorada**, se registran en promedio el 16 de mayo, con una variabilidad de 44 días y una intensidad de 5,7°C; asimismo, las últimas heladas agronómicas ocurren en promedio el 11 de setiembre, con una variabilidad de 41 días y una intensidad de 5,8°C. En el cultivo de **maíz amiláceo**, las primeras heladas agronómicas se registran en promedio el 4 de abril, con una variabilidad de 46 días y una intensidad de 6,7°C; del mismo modo, las últimas heladas agronómicas ocurren en promedio el 15 de octubre, con una variabilidad de 37 días y una intensidad de 6,8°C (Tabla 26).

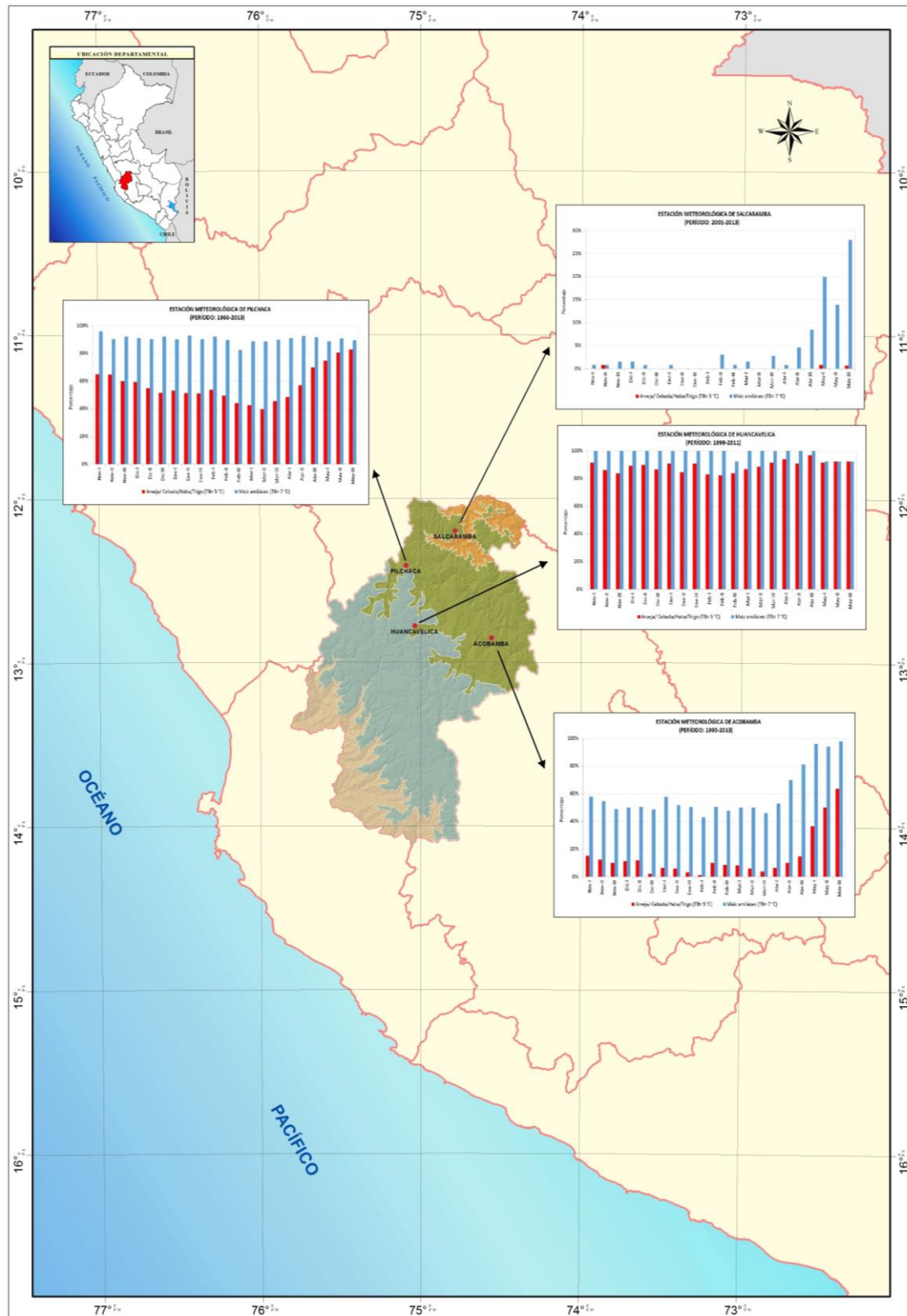
En la meseta oriental (3500 msnm – 4500 msnm), se observa una amplia variabilidad respecto a la ocurrencia de las primeras y últimas heladas agronómicas en cada cultivo priorizado (Tabla 27). En el cultivo **papa nativa**, las primeras heladas agronómicas se registran en promedio del 3 de enero al 31 de marzo, con una variabilidad de 3 a 65 días y una intensidad entre 2,8°C a 3,3°C; asimismo, las últimas heladas agronómicas ocurren en promedio del 5 de noviembre al 21 de diciembre, con una variabilidad de 13 a 66 días y una intensidad entre 3,1°C a 3,3°C. En el cultivo de **arveja, cebada grano, haba y trigo** las primeras heladas agronómicas se registran en promedio del 2 de enero al 5 de febrero, con una variabilidad de 0 a 38 días y una intensidad entre 3,0°C y 4,6°C; asimismo, las últimas heladas agronómicas ocurren en promedio del 5 al 27 de diciembre, con una variabilidad de 9 a 66 días y una intensidad entre 3,4°C a 4,1 °C. En el cultivo **papa mejorada**, las primeras heladas agronómicas se registran en promedio del 2 al 11 de enero, con una variabilidad de 0 a 33 días y una intensidad entre 3,0°C a 5,5°C; asimismo, las últimas heladas agronómicas ocurren en promedio del 13 al 28 de diciembre, con una variabilidad de 9 a 66 días y una intensidad entre 3,4°C a 5,4°C. En el cultivo de **maíz amiláceo**, las primeras heladas agronómicas se registran en promedio del 2 a 9 de enero, con una variabilidad de 0 a 33 días y una intensidad entre 3,0°C a 6,2°C; asimismo, las últimas heladas agronómicas ocurren en promedio del 13 al 28 de diciembre, con una variabilidad de 7 a 66 días y una intensidad entre 3,4 °C a 6,3 °C.

Figura 36. Frecuencia relativa promedio de heladas agronómicas durante el período agrícola de los cultivos de papa mejorada y papa nativa, en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



Fuente: Datos históricos de temperatura mínima del aire del SENAMHI. Elaboración propia

Figura 37. Frecuencia relativa promedio de heladas agronómicas durante el período agrícola de los cultivos de arveja, cebada, haba, trigo y maíz amiláceo, en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



Fuente: Datos históricos de temperatura mínima del aire del SENAMHI. Elaboración propia

### Período libre de heladas agronómicas

El período libre de heladas agronómicas en los valles interandinos orientales varía de 171 (maíz amiláceo) a 247 días (papa mejorada) (Tabla 26). Mientras que en la parte alta de la zona noreste, el período libre de heladas en la papa nativa varía de 21 a 146 días; en la arveja, cebada, haba y trigo de 15 a 61 días; en la papa mejorada de 11 a 24 días; y en el maíz amiláceo de 6 a 19 días (Tabla 27). Dentro de este período los cultivos priorizados pueden desarrollarse con una menor probabilidad de ser afectados por los descensos de temperatura mínima, siendo este período muy importante para la mayoría de los cultivos de las partes altas.

Tablas 26. Caracterización de las primeras, últimas y período libre de heladas agronómicas en la estación localizada en los valles interandinos orientales del Departamento de Huancavelica

SALCABAMBA			
Caracterización de las heladas agronómicas		Papa mejorada (TB= 6 °C)	Maíz amiláceo (TB= 7 °C)
Primeras Heladas	Fecha media	16 May	4 Abr
	Desviación estándar	44,4	45,9
	Máxima	29 Jul	1 Jul
	Mínima	17 Feb	11 Feb
	Intensidad media	5,7	6,7
	Desviación estándar	0,4	0,4
Últimas Heladas	Fecha media	11 Set	15 Oct
	Desviación estándar	41,3	37,0
	Máxima	19 Dic	19 Dic
	Mínima	29 Jul	2 Set
	Intensidad media	5,8	6,8
	Desviación estándar	0,4	0,4
Período libre de heladas	Fecha media	247	171
	Desviación estándar	49,2	55,4

Fuente: Datos históricos de temperatura mínima del aire del SENAMHI. Elaboración propia



Tablas 27. Caracterización de las primeras, últimas y período libre de heladas agronómicas en la estación localizada en la zona alta de la meseta oriental del Departamento de Huancavelica

HUANCAVELICA					
Caracterización de las heladas agronómicas		Papa nativa (TB= 4°C)	Arveja/Haba Cebada/Trigo (TB= 5°C)	Papa mejorada (6 °C)	Maíz amiláceo (TB= 7°C)
Primeras Heladas	Fecha media	3 Ene	2 Ene	2 Ene	2 Ene
	Desviación estándar	2,6	0,0	0,0	0,0
	Máxima	12 Ene	2 Ene	2 Ene	2 Ene
	Mínima	2 Ene	2 Ene	2 Ene	2 Ene
	Intensidad media	2,8	3,0	3,0	3,0
	Desviación estándar	1,2	1,4	1,4	1,4
Últimas Heladas	Fecha media	12 Dic	13 Dic	13 Dic	13 Dic
	Desviación estándar	65,1	65,2	65,2	65,2
	Máxima	30 Dic	30 Dic	30 Dic	30 Dic
	Mínima	30 Abr	30 Abr	30 Abr	30 Abr
	Intensidad media	3,1	3,4	3,4	3,4
	Desviación estándar	0,9	1,1	1,2	1,2
Período libre de heladas	Fecha media	21	20	19	19
	Desviación estándar	64,9	65,2	65,2	65,2
PILCHACA					
Caracterización de las heladas agronómicas		Papa nativa (TB= 4°C)	Arveja/Haba Cebada/Trigo (TB= 5°C)	Papa mejorada (6°C)	Maíz amiláceo (TB= 7°C)
Primeras Heladas	Fecha media	18 Ene	12 Ene	9 Ene	9 Ene
	Desviación estándar	36,1	35,1	32,3	32,3
	Máxima	12 Jun	12 Jun	12 Jun	12 Jun
	Mínima	2 Ene	2 Ene	2 Ene	2 Ene
	Intensidad media	3,3	4,0	4,5	4,6
	Desviación estándar	0,7	0,9	1,1	1,2
Últimas Heladas	Fecha media	21 Dic	27 Dic	28 Dic	28 Dic
	Desviación estándar	12,6	8,7	8,8	8,8
	Máxima	30 Dic	30 Dic	30 Dic	30 Dic
	Mínima	7 Nov	7 Nov	7 Nov	7 Nov
	Intensidad media	3,3	4,0	4,3	4,3
	Desviación estándar	0,8	1,0	1,2	1,3
Período libre de heladas	Fecha media	27	15	11	11
	Desviación estándar	41,0	40,5	38,3	38,4
ACOBAMBA					
Caracterización de las heladas agronómicas		Papa nativa (TB= 4°C)	Arveja/Haba Cebada/Trigo (TB= 5°C)	Papa mejorada (6°C)	Maíz amiláceo (TB= 7°C)
Primeras Heladas	Fecha media	31 Mar	5 Feb	11 Ene	3 Ene
	Desviación estándar	47,9	37,3	14,1	2,0
	Máxima	22 May	4 May	15 Feb	9 Ene
	Mínima	4 Ene	2 Ene	2 Ene	2 Ene
	Intensidad media	3,3	4,6	5,5	6,2
	Desviación estándar	0,7	0,5	0,8	0,7
Últimas Heladas	Fecha media	5 Nov	5 Dic	17 Dic	27 Dic
	Desviación estándar	42,6	26,6	19,6	7,9
	Máxima	19 Dic	29 Dic	30 Dic	30 Dic
	Mínima	13 Ago	6 Set	19 Oct	26 Nov
	Intensidad media	2,9	4,1	5,4	6,3
	Desviación estándar	1,1	1,3	0,6	0,5
Período libre de heladas	Fecha media	146	61	24	6
	Desviación estándar	75,2	46,8	25,9	7,9

Fuente: Datos históricos de temperatura mínima del aire del SENAMHI. Elaboración propia

## **6.3 PRECIPITACIÓN**

### **6.3.1 Inicio del período lluvioso**

El inicio del período lluvioso en la sierra peruana está condicionado al desplazamiento de los sistemas atmosféricos hacia el sur, condiciones que facilitan la intensificación de los vientos del este, ingreso de aire cálido y húmedo del Atlántico, y la generación e intensificación de mecanismos que favorecen la inestabilidad atmosférica y el origen de las primeras lluvias primaverales (Trebejo y Díaz, 1998; SENAMHI, 2013).

La Tabla 28 muestra el inicio y duración promedio de la estación lluviosa en estaciones representativas del área de estudio, durante la campaña agrícola.

En los valles interandinos orientales, la información registrada en la estación de Salcabamba indica que el período de lluvias tiene una duración promedio de 6 meses, iniciándose en octubre y culminando en marzo en promedio.

Sobre los 3500 msnm, en la meseta oriental, la duración promedio del período lluvioso oscila de 4 a 6 meses. La estación lluviosa, en algunos sectores del área de estudio, puede iniciarse en octubre (Acobamba, Acostambo, Huancalpi y Pilchaca), noviembre (Huancavelica y Pampas) o diciembre (Lircay y Paucarbamba).

En los valles interandinos occidentales, el inicio y fin de la estación lluviosa en las estaciones de Challaca, San Juan de Castrovirreyna y Huachos presenta un comportamiento muy similar (diciembre a marzo).

Tabla 28. Inicio y duración promedio de la estación lluviosa en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica

Sector representativo	Estación	Meses												Estación lluviosa		
		Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Inicio	Fin	Período
Valles interandinos orientales	Salcabamba (1992-2013)	2,1	4,1	9,2	9,3	14,5	16,4	17,7	15,9	5,8	2,2	1,5	1,5	Oct	Mar	6
Meseta oriental	Acobamba (1965-2013)	2,5	5,5	8,5	9,3	13	18	17,3	14,2	5,6	3,1	1,4	1,6	Oct	Mar	6
	Acostambo (1989-2013)	2,5	5,5	9,1	10	13,4	15,3	17,9	14,4	6,2	2,4	1,7	1,7	Oct	Mar	6
	Huancalpi (1965-2013)	3,4	5,2	8,9	9,4	13,4	15	16,1	13,9	7,1	2,9	2,3	2,2	Oct	Mar	6
	Huancavelica (1965-2012)	2,5	5,5	7,2	8,4	13,2	16,3	17,7	17,6	7,3	1,8	1	1,5	Nov	Mar	5
	Lircay (1965-2013)	2,5	5,6	7,3	7,5	12,7	17,5	17,6	15,1	7,5	3,2	1,6	1,8	Dic	Mar	4
	Pampas (1989-2013)	2,8	4,9	8,1	8,4	13,9	16,3	17	15,4	6	2,7	2,3	2,4	Nov	Mar	5
	Paucarbamba (1965-2013)	3,2	5,1	7,7	8,1	12,5	16	16,8	17	6,9	3	1,4	2,3	Dic	Mar	4
	Pilchaca (1966-2013)	2,8	5,7	8,8	9	13,1	16,9	18	14,5	6	2,2	1,7	1,4	Oct	Mar	6
Valles interandinos occidentales	Challaca (2001-2013)	0,0	0,1	0,8	1,7	5,4	21,2	41,6	23,3	5,3	0,1	0,1	0,5	Ene	Mar	4
	San Juan de Castrovirreyna (1969-2013)	0,3	0,5	2,2	3,4	10	25,5	28,6	24	5	0,5	0,0	0,1	Dic	Mar	4
	Huachos (1980-2013)	0,2	0,3	1,6	3,1	12,3	21,8	26,9	26,3	7	0,4	0,0	0,0	Dic	Mar	4

Fuente: Datos históricos de precipitación del SENAMHI. Elaboración propia.

### 6.3.2 Distribución temporal

La Figura 38 muestra los comportamientos promedios decadiarios de las precipitaciones acumuladas, con sus respectivas desviaciones estándar, durante el período agrícola de los cultivos priorizados.

El comportamiento de las lluvias, en las estaciones representativas del área de estudio, muestra que las mayores precipitaciones ocurren entre diciembre y marzo, período en el cual los cultivos priorizados se encuentran en las etapas fenológicas de crecimiento vegetativo y crecimiento reproductivo.

En promedio, la precipitación registrada en las estaciones ubicadas de 1500 msnm a 3500 msnm, en los valles interandinos orientales, presenta las mejores condiciones hídricas para el crecimiento de los cultivos priorizados, debido a que en promedio se registra de 40 mm a 50 mm/década entre los meses más lluviosos. Mientras que las estaciones localizadas entre los 2000 msnm y 3800 msnm, en los valles interandinos occidentales, presentan precipitaciones inferiores a los 15 mm/década, cantidad inferior al umbral hídrico mínimo que requieren las plantas para su crecimiento; por lo tanto, los riegos complementarios representan una actividad agronómica fundamental si se quiere obtener un buen rendimiento.

## **Precipitación en períodos agrícolas lluviosos y deficientes**

Las estaciones representativas del Departamento de Huancavelica muestran que las precipitaciones presentan una alta variabilidad temporal pasando de períodos lluviosos con excesos a periodos secos con deficiencias. Las Figuras 39 y 40 muestran algunos de los períodos agrícolas que presentaron episodios lluviosos o deficientes durante su serie histórica.

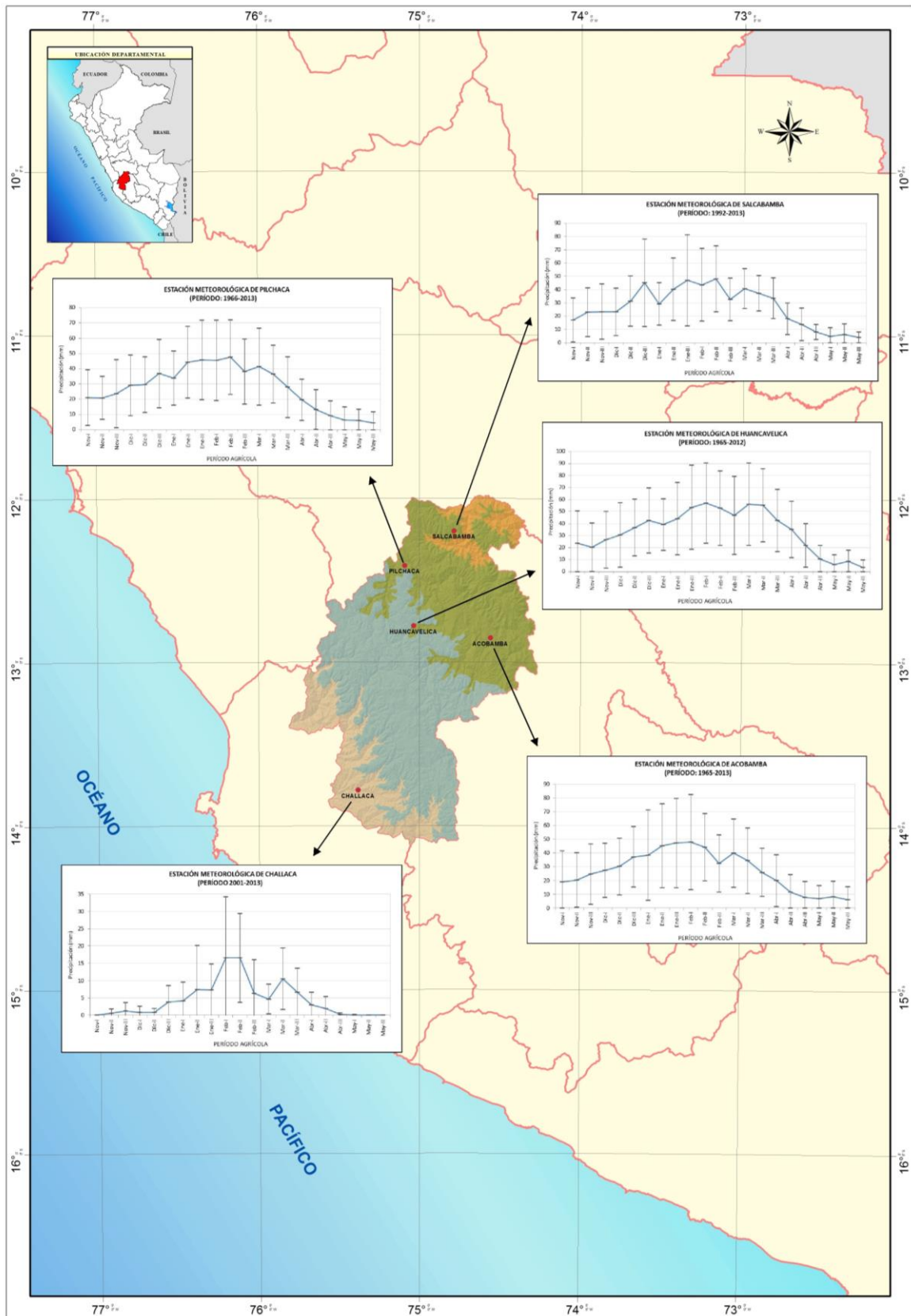
Las campañas agrícolas lluviosas para los valles interandinos orientales (1500 msnm – 3500 msnm) se observan durante el 2001-02 y 2010-11 con lluvias excesivas reportadas principalmente en la etapa reproductiva en la estación de Salcabamba. En la meseta oriental (3500 msnm – 4500 msnm), se observan campañas agrícolas con lluvias excesivas también en la etapa reproductiva, tanto en 1973-74 y 1981-82 en Acobamba y Lircay, y en 1985-86 y 1988-89 en Pilchaca. En los valles interandinos occidentales (2000 msnm – 3800 msnm), se presentaron excesos en las campañas agrícolas de 2007-08 y el 2008-09, en la estación Challaca.

Por otro lado, las campañas agrícolas con reporte de lluvias deficientes en los valles interandinos orientales fueron en 1992-93 y 2004-05. En la meseta oriental, en Pilchaca las campañas deficientes se registraron en 1991-92 y 1992-93; en Huancavelica en 2006-07 y 2007-08; finalmente, en Acobamba y Lircay en 1991-92. En los valles occidentales, representados por Challaca, las déficits de precipitación se registraron en las campañas 2003-04 y 2004-05.

Al evaluar el período de referencia noviembre a mayo, notamos que los excesos o déficit de humedad son más perjudiciales cuando los cultivos priorizados se encuentran en la etapa reproductiva (floración, inicios del llenado de granos y tubérculos). Asimismo, los excesos o déficit de humedad durante las etapas siembra-emergencia, crecimiento vegetativo y maduración retardan el desarrollo de las plantas porque se ven afectados sus procesos fisiológicos y metabólicos (fotosíntesis, respiración, entre otros).

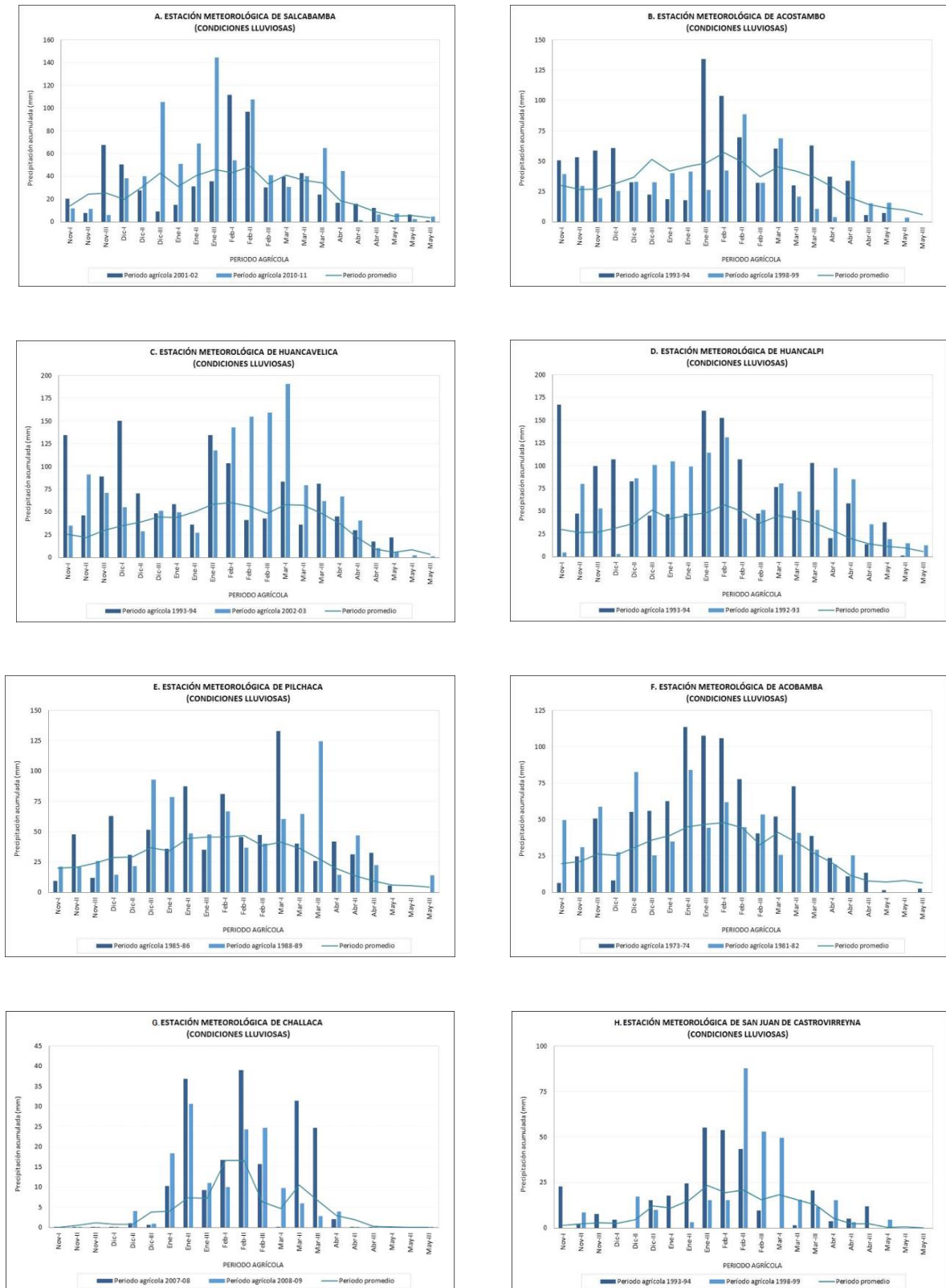


Figura 38. Comportamiento temporal promedio de la precipitación acumulada en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



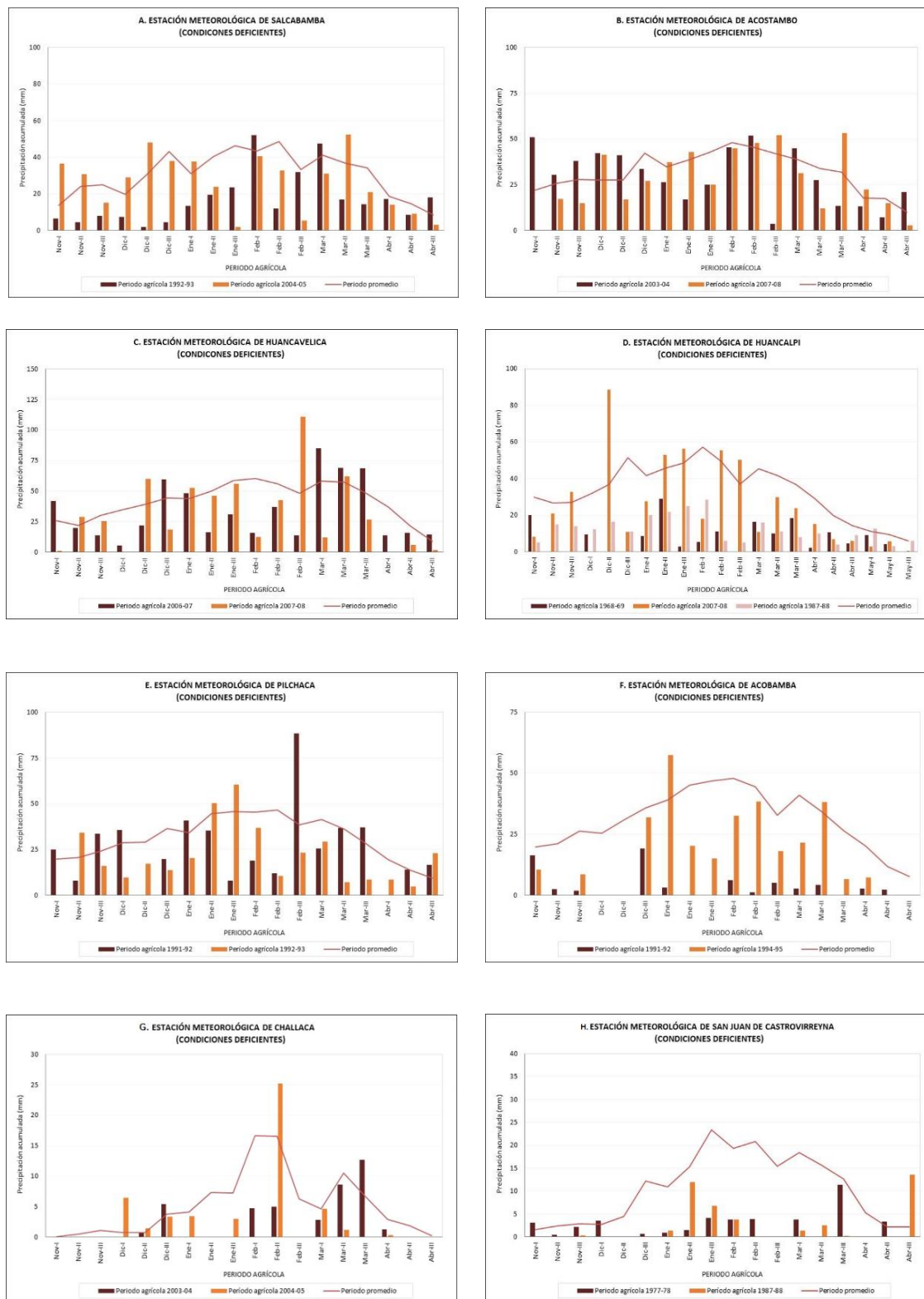
Fuente: Datos históricos de precipitación del SENAMHI. Elaboración propia

Figura 39. Comportamiento temporal promedio de la precipitación en años lluviosos en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



Fuente: Datos históricos de precipitación del SENAMHI. Elaboración propia

Figura 40. Comportamiento temporal promedio de la precipitación en años deficientes en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



Fuente: Datos históricos de precipitación del SENAMHI. Elaboración propia

### 6.3.3 Distribución espacial

#### A nivel estacional

Los Mapas 33 al 36 presentan la distribución espacial de la precipitación en el Departamento de Huancavelica, en las estaciones de verano, otoño, invierno y primavera.

Debido a la movilización estacional de sistemas atmosféricos responsables de la precipitación sobre Sudamérica, por lo general, los regímenes de precipitación en verano exhiben precipitación acumulada que varía entre los 450 mm a 600 mm, sobre las provincias de Huancavelica, Angaraes y Churcampá, las cuales corresponden a mayores elevaciones (>3800 msnm). Asimismo, se presenta un núcleo de alta pluviosidad (600 mm a 734 mm) sobre la zona de Paucarbamba en la provincia de Churcampá. En verano las precipitaciones descienden de noreste a suroeste llegando a valores críticos mínimos (inferiores a 150 mm) hacia el límite con el Departamento de Ica. El resto de la región presenta valores que oscilan entre los 300 mm a 450 mm.

Otoño muestra disminuciones importantes con el término de la temporada lluviosa, el núcleo de mayor precipitación se concentra sobre la provincia de Churcampá (300 mm a 400 mm). El extremo suroeste registra precipitaciones entre 0 mm y 150 mm. Finalmente el resto del Departamento presenta precipitaciones entre 150 mm a 300 mm. Cuando las precipitaciones se ausentan sobre la cordillera en invierno, Huancavelica presenta valores críticos de precipitación menores a 83 mm en toda su extensión.

Durante primavera y el comienzo de la temporada lluviosa, la precipitación divide la región en dos sectores. Valores de 150 mm a 300 mm hacia la zona noreste (Huancavelica, Acobamba, Churcampá y Tayacaja) y hacia la zona suroeste entre 0 mm y 150 mm de precipitación (Castrovirreyna y Huaytará).

#### A nivel del período agrícola

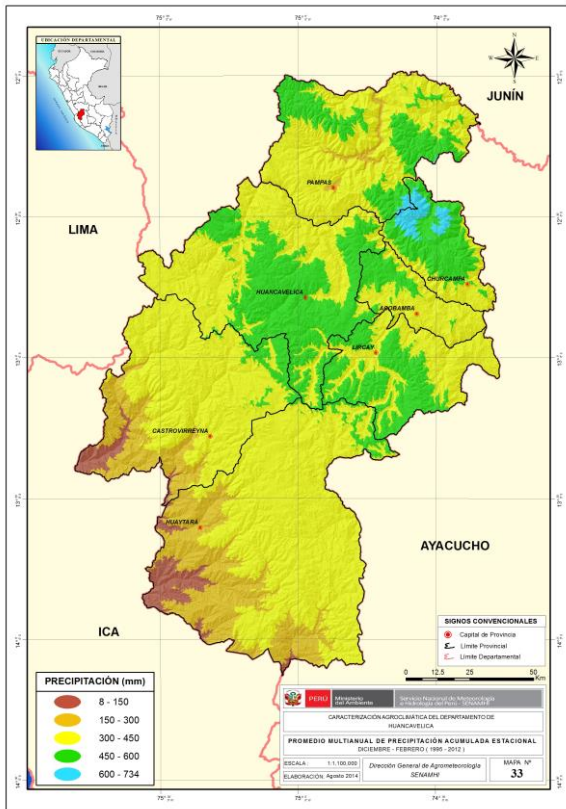
El Mapa 37 muestra la distribución espacial de la precipitación en el Departamento de Huancavelica, acumulada para el período agrícola de los cultivos priorizados (noviembre – mayo). En general, las mejores condiciones para la producción de los cultivos priorizados se localizan en áreas agrícolas que presentan regímenes de precipitación entre 450 mm y 1050 mm, las cuales corresponden a zonas del Departamento ubicadas al noreste.

Las zonas agrícolas que presentan valores de precipitación menores a los 150 mm, ubicadas al suroeste de la región, no son adecuadas para la siembra de ningún cultivo priorizado porque los regímenes de humedad se encuentran por debajo del umbral hídrico mínimo que requieren las plantas para desarrollar sus distintas fases fenológicas. Por ello, el riego complementario es una práctica agronómica fundamental a fin de asegurar el rendimiento al final del período agrícola.

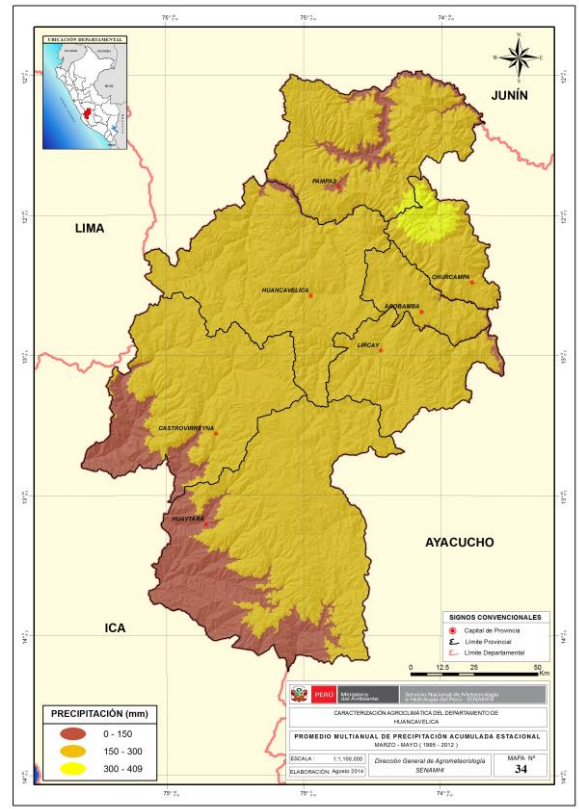
Asimismo, si bien los valores de precipitación entre los 1050 mm a 1200 mm son moderadamente adecuados para el crecimiento de plantas, hay que tener en consideración que bajo estas condiciones húmedas la ocurrencia de enfermedades es más frecuente. Por ello, el control fitosanitario debe realizarse de manera eficiente a fin de no perder producto comercial (granos, tubérculos).



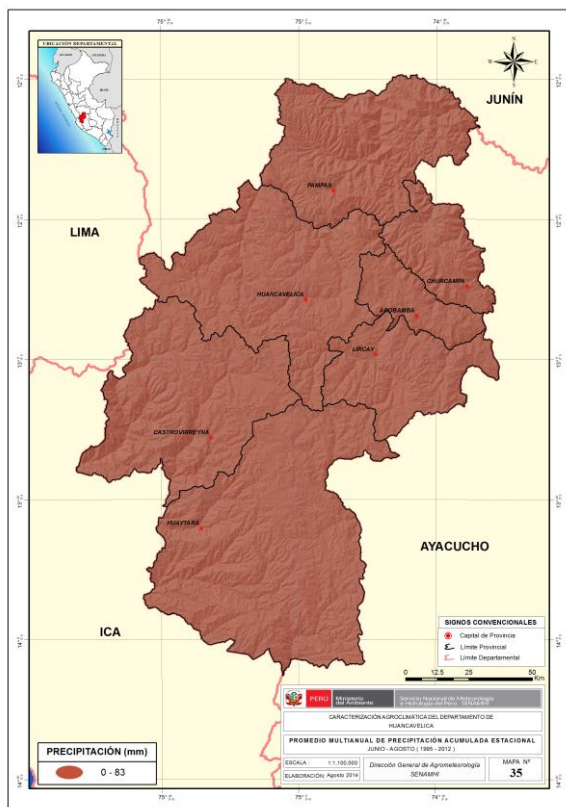
Mapa 33. Estación de verano



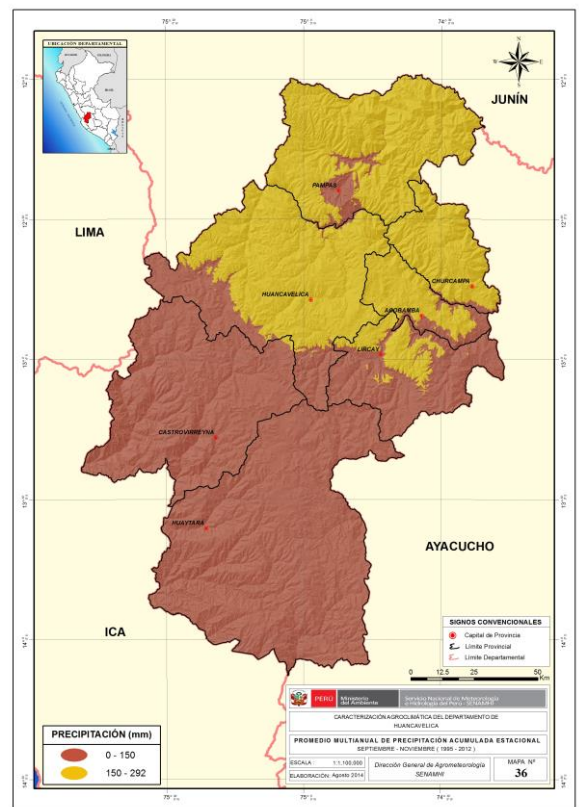
Mapa 34. Estación de otoño



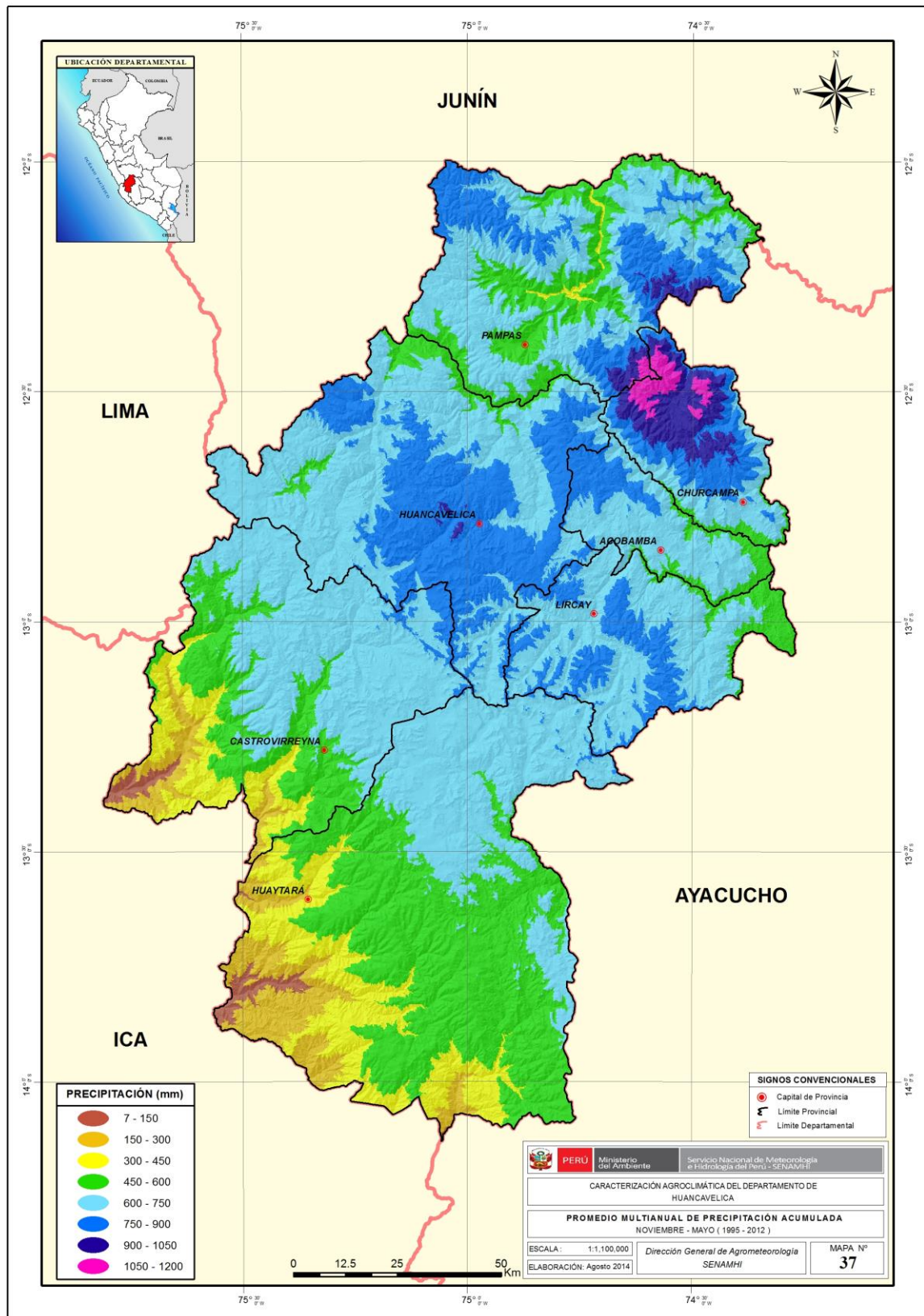
Mapa 35. Estación de invierno



Mapa 36. Estación de primavera



Mapa 37. Distribución espacial de la precipitación durante el período agrícola de los cultivos priorizados



Fuente: SENAMHI

## 6.4 SEQUÍAS AGRÍCOLAS

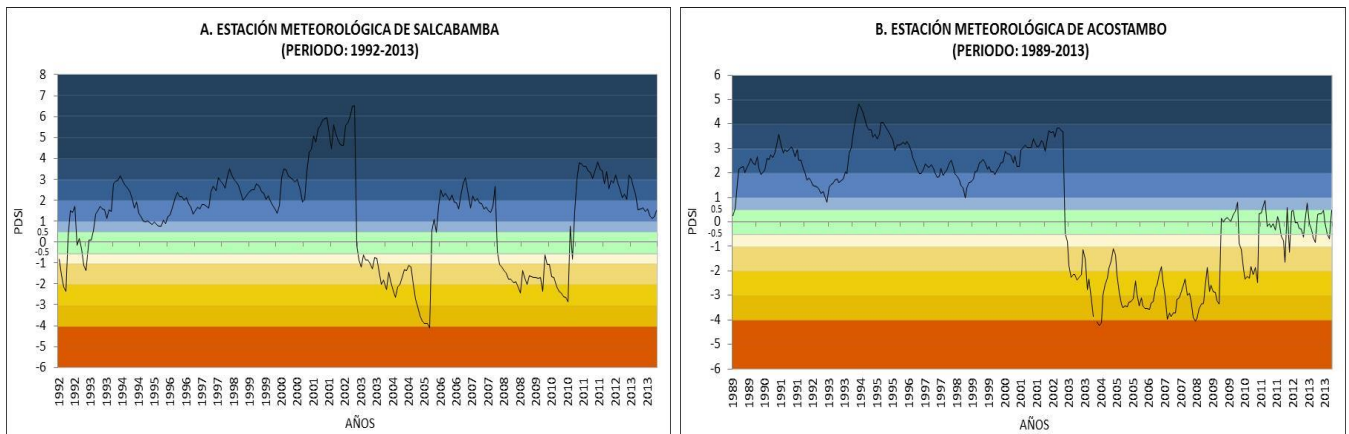
A partir del índice de severidad de sequías agrícolas se caracterizaron los períodos secos y húmedos para las estaciones representativas del Departamento de Huancavelica. La distribución temporal es de manera mensual y multianual según el período de referencia de cada estación.

En la Figura 41 se observa que la variación mensual de episodios secos (índices negativos) y húmedos (índices positivos) muestra una alta variabilidad interanual durante el período agrícola noviembre a mayo. En los valles interandinos orientales (Salcabamba), las sequías se han registrado con mayor frecuencia en las últimas décadas, con intensidades entre moderadas (2008-10) hasta severas (2004-05).

En la meseta oriental, las estaciones de Pilchaca, Acobamba y Lircay presentan sequías severas entre los años 1991 y 1992 y entre moderados a extremos entre el 2007 y 2008. Asimismo, en las estaciones de Acostambo, Huancavelica y Huancalpi, también se observan sequías severas a extremas del 2007 al 2008. En los valles interandinos occidentales (San Juan de Castrovirreyna y Challaca), en las últimas décadas se observan sequías severas entre 2003 y 2004 y del 2004 al 2005.

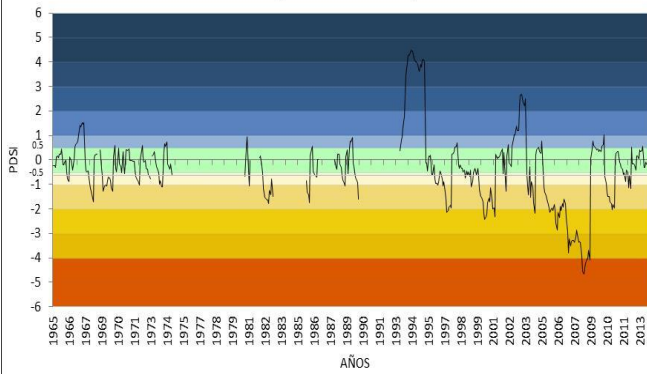
En la Figura 42 se observa que las sequías agrícolas de intensidades ligeras, moderadas y severas son las que más ocurrencia presentan durante el período agrícola noviembre a mayo. Asimismo, las sequías de intensidad extrema también son apreciadas en todas las estaciones, a excepción de Salcabamba y Challaca.

Figura 41. Variación multianual del índice de sequías agrícolas en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica

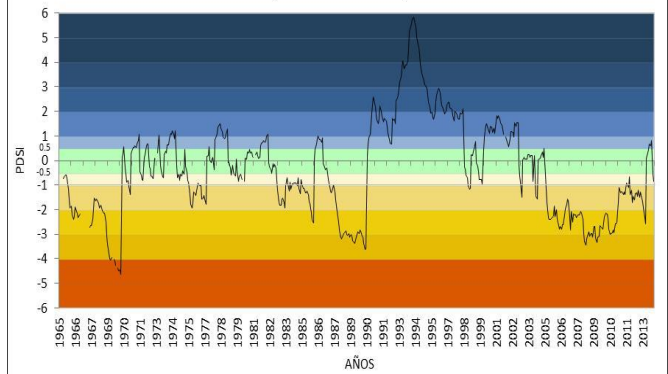




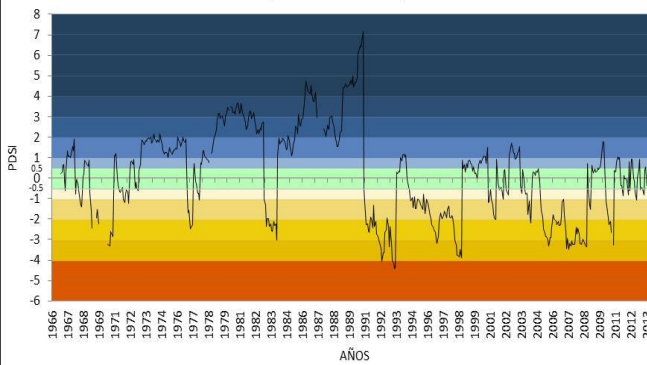
**C. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE HUANCAMELCA**  
(PERIODO: 1965-2013)



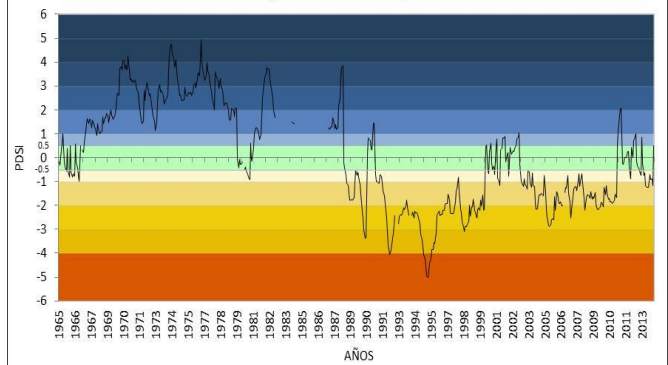
**D. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE HUANCALPI**  
(PERIODO: 1965-2013)



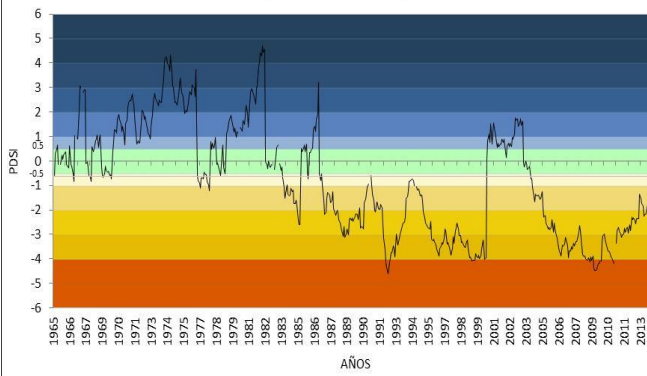
**E. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PILCHACA**  
(PERIODO: 1966-2013)



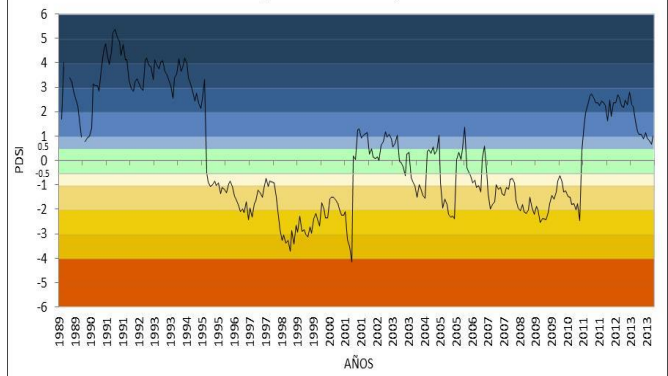
**F. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE ACOBAMBA**  
(PERIODO: 1965-2013)



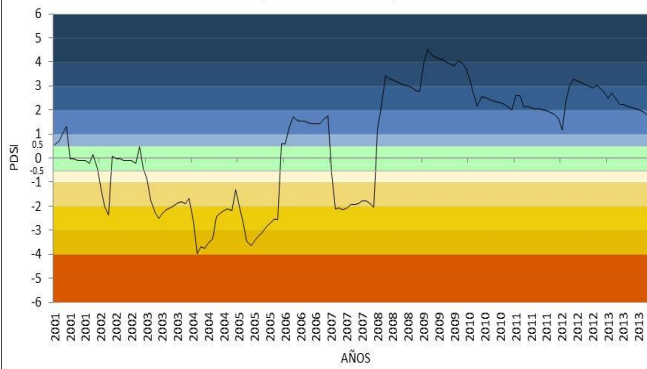
**G. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LIRCAY**  
(PERIODO: 1965-2013)



**H. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PAMPAS**  
(PERIODO: 1989-2013)



**I. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE CHALLACA**  
(PERIODO: 2001-2013)



**J. ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA**  
(PERIODO: 1965-2013)

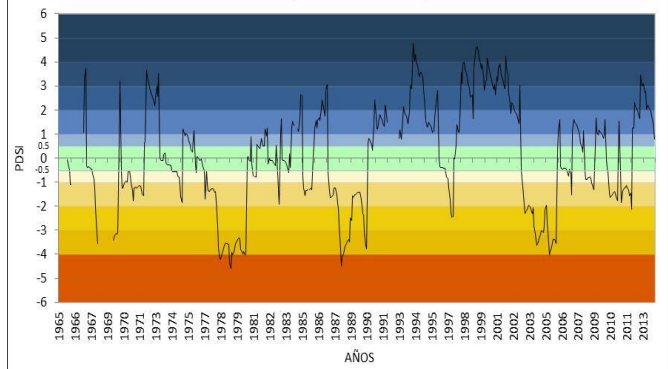
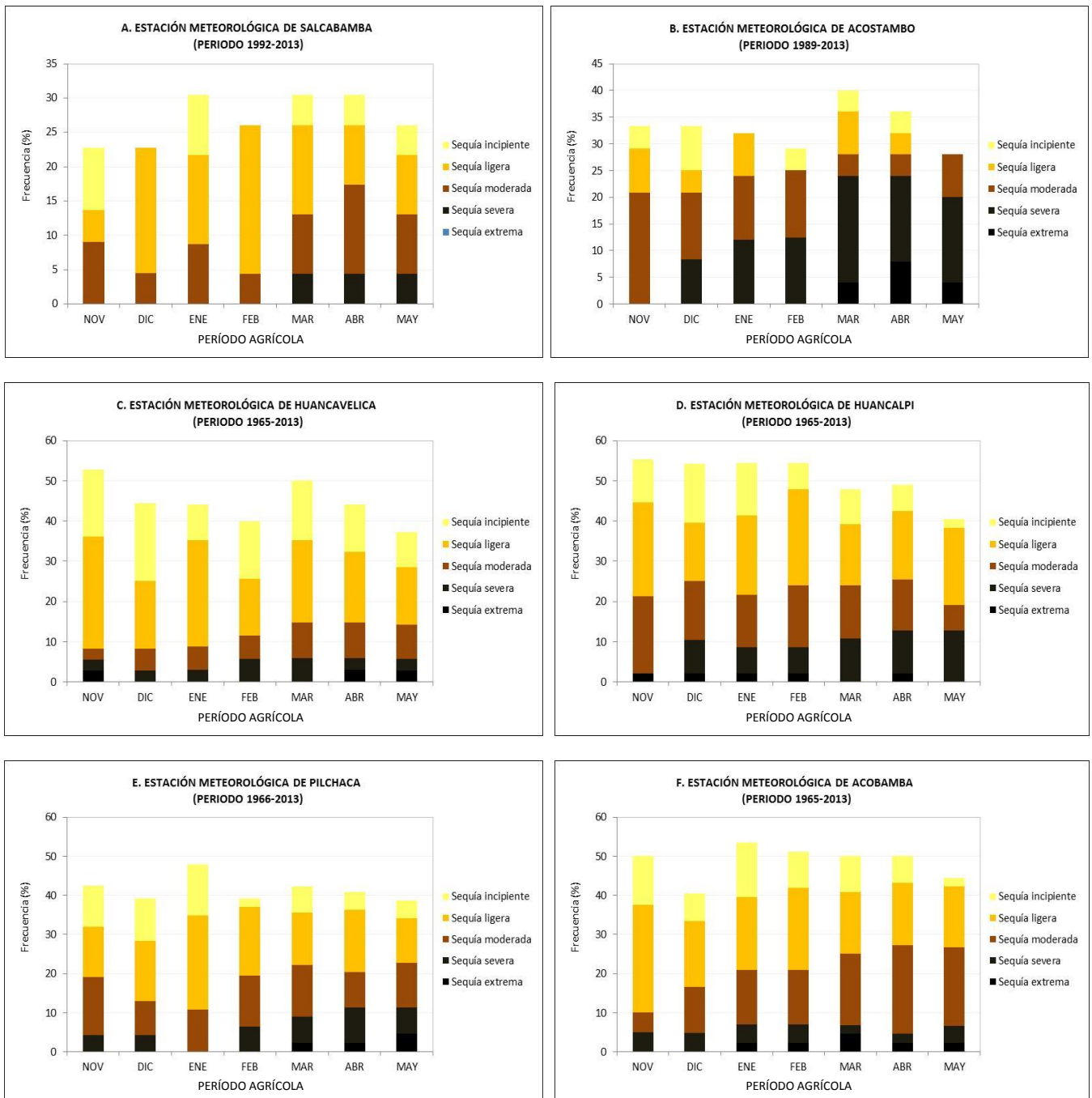
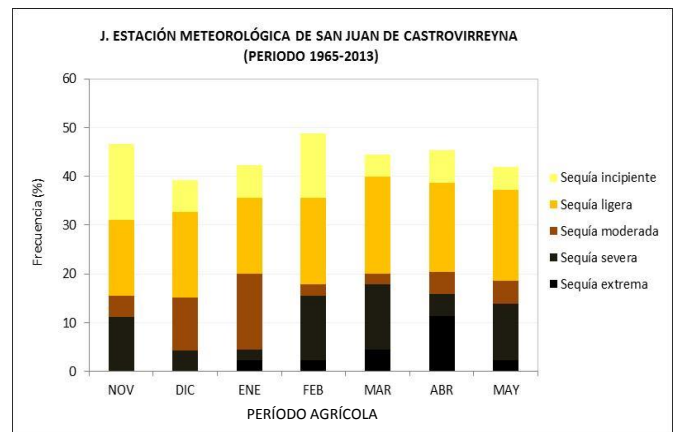
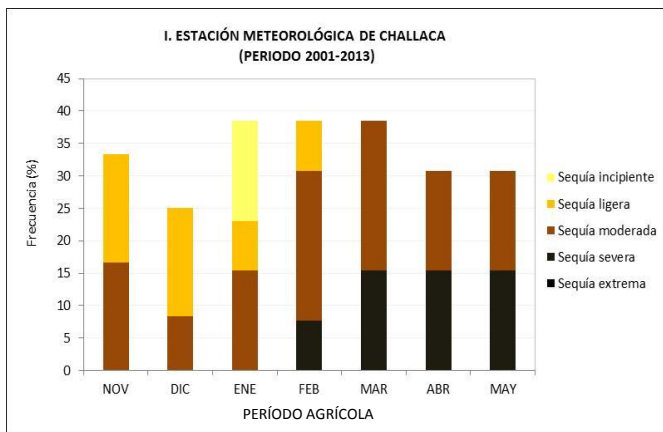
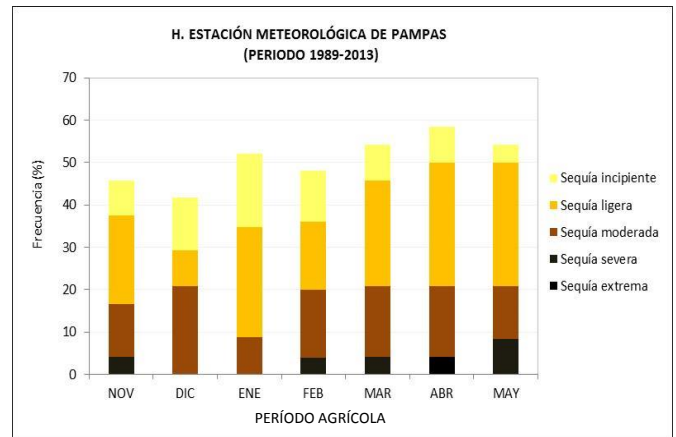
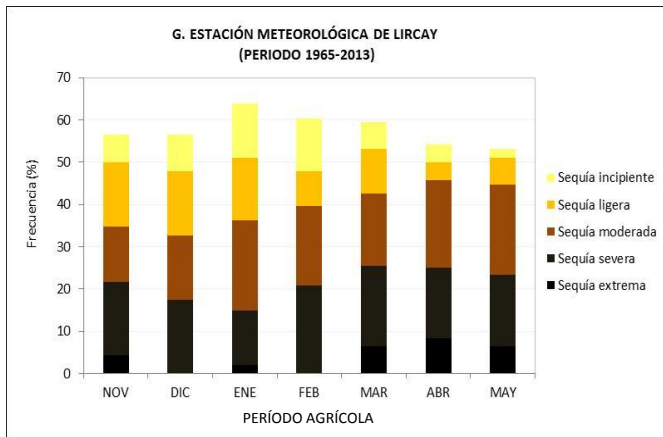




Figura 42. Variación mensual del índice de sequías agrícolas durante el período agrícola en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica





Fuente: Elaboración propia.

## 6.5 EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL

La evapotranspiración referencial ( $ETo$ ) expresa el poder evaporante de la atmósfera en una localidad y época del año específica, y depende de los parámetros climáticos (FAO, 2006b).

### 6.5.1 Distribución temporal

En el Departamento de Huancavelica, la evapotranspiración referencial ( $ETo$ ) muestra una alta variabilidad durante el período agrícola. Por lo general, los valores más bajos de  $ETo$  se presentan hacia finales de verano, debido a la mayor cobertura nubosa y elevada humedad atmosférica. Sin embargo, es posible apreciar que durante esta estación la  $ETo$  alcanza valores altos e incluso mayores que otras décadas (Figura 43).

El inicio de temporada de lluvias compensa, de alguna manera, la pérdida de humedad durante la etapa vegetativa y reproductiva de los cultivos priorizados, especialmente durante la tercera década de febrero donde las plantas se encuentran en la fase fenológica más sensible.

## **6.5.2 Distribución espacial**

### **A nivel estacional**

Los Mapas 38 al 41 presentan la distribución espacial de la evapotranspiración referencial en el Departamento de Huancavelica, en las estaciones de verano, otoño, invierno y primavera.

En el verano, la mayor cobertura nubosa producto de los sistemas convectivos ubicados sobre las provincias de Churcampá y Tayacaja se traduce en menores cantidades de agua evapotranspirable en rangos que varían de 161 mm a 250 mm. Asimismo, los valores más altos (300 mm a 424 mm) se registran al sur del área de estudio, límite con el Departamento de Ica hacia la vertiente occidental.

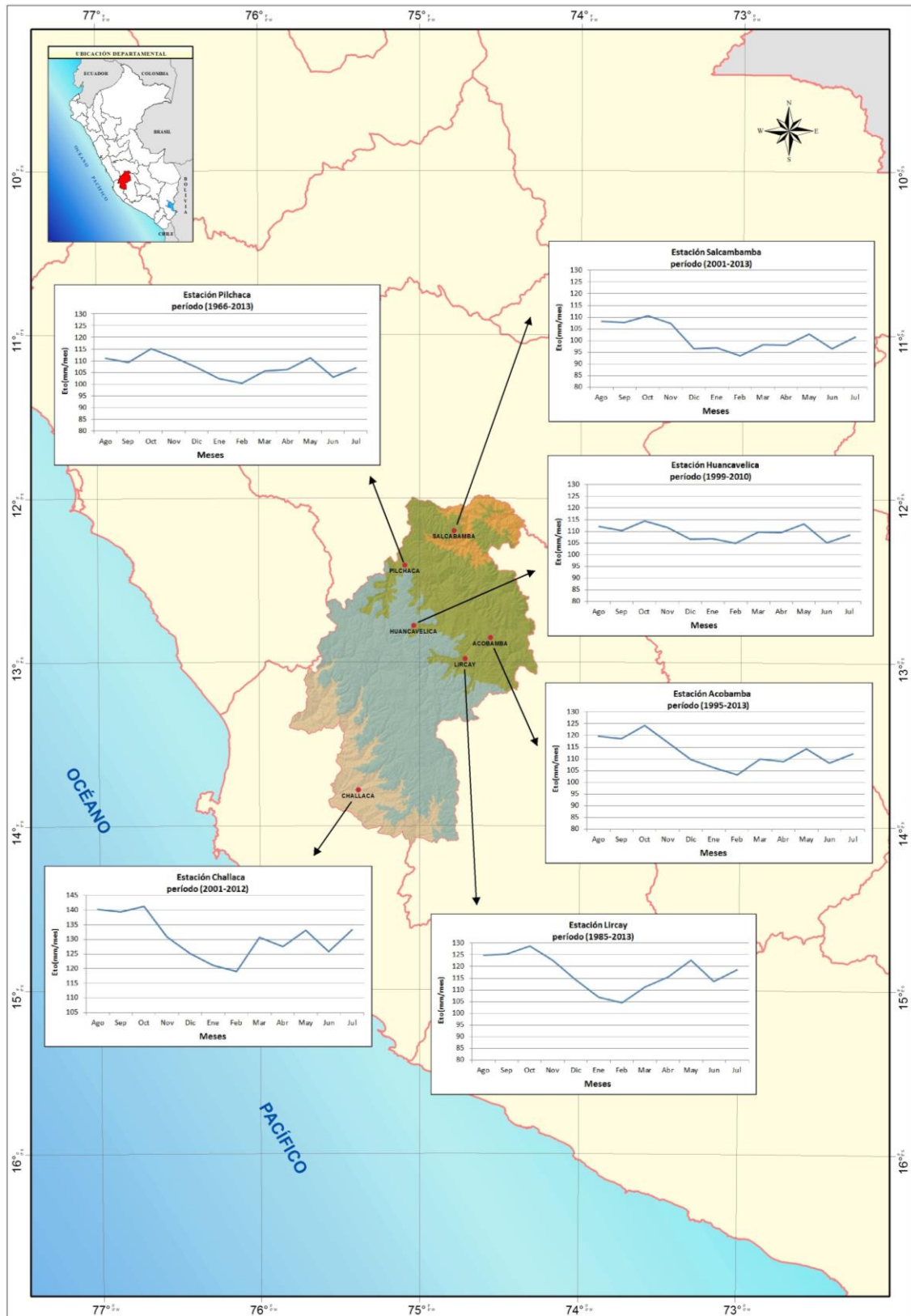
Los niveles de evapotranspiración se incrementan hacia el invierno por la ausencia de cobertura nubosa. Mayor evapotranspiración se logra al suroccidente del Departamento (350 mm a 480 mm), las menores temperaturas alcanzadas en los ecosistemas andinos limitan la evapotranspiración en la cordillera centro-occidental, donde se registran valores entre 300 mm a 350 mm y en la quebrada baja del nororiente se restringen los valores por debajo de 300 mm.

### **A nivel del período agrícola**

De noviembre a mayo se presentan núcleos de baja evapotranspiración en el límite de las provincias de Churcampá, Tayacaja y hacia el oeste de la provincia de Castrovirreyna (425 mm a 600 mm). La mayor parte del territorio huancavelicano, conformado por las provincias de Huancavelica, Huaytará, Angaraes, Acobamba y el sur de Tayacaja, se someten a valores de evapotranspiración en el rango de 500 mm a 700 mm, limitado por la cobertura nubosa propia de los meses de verano y la época de transición.

Los cauces de los ríos, el noreste de Tayacaja y el sur de Huaytará presentan los más altos niveles de evapotranspiración debido a la disponibilidad hídrica de sus fuentes y las temperaturas altas. Debido al comportamiento espacial de la evapotranspiración, es el noreste el sector que favorece la producción agrícola en el Departamento de Huancavelica (Mapa 42).

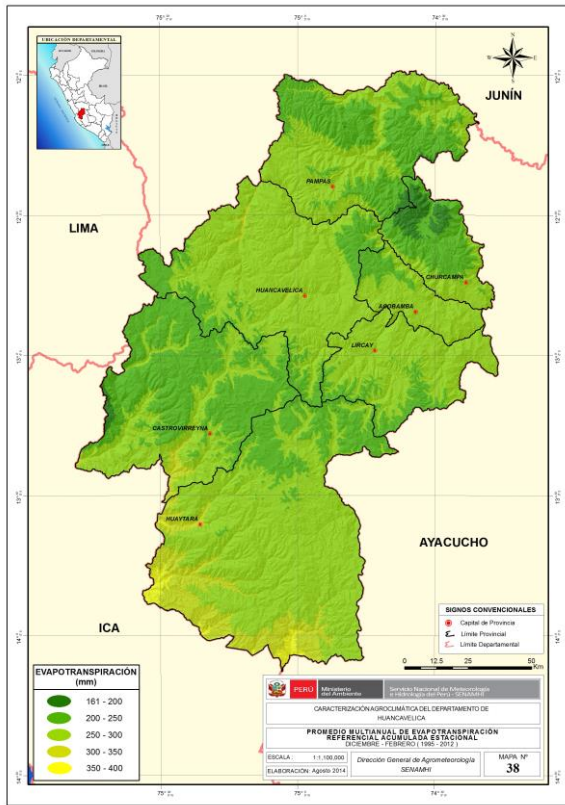
Figura 43. Comportamiento temporal promedio de la evapotranspiración referencial en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



Fuente: Valores estimados a partir de datos históricos de temperatura del aire del SENAMHI. Elaboración propia



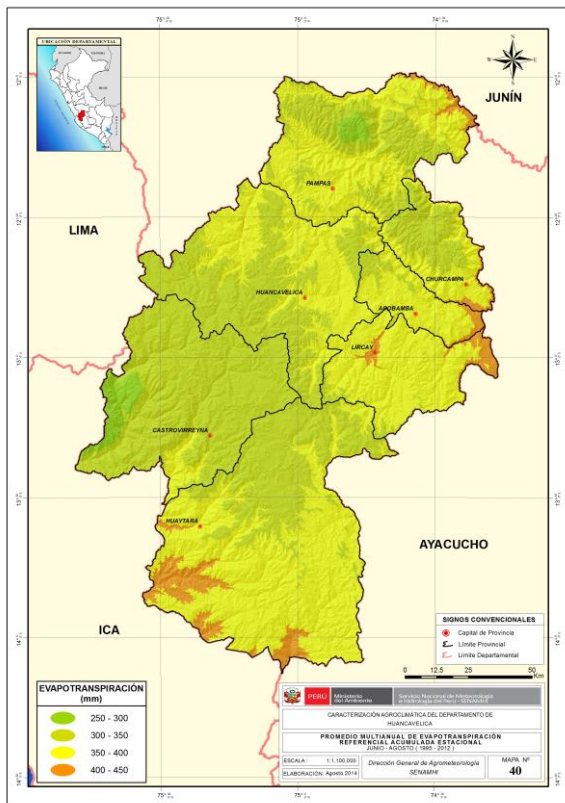
Mapa 38. Estación de verano



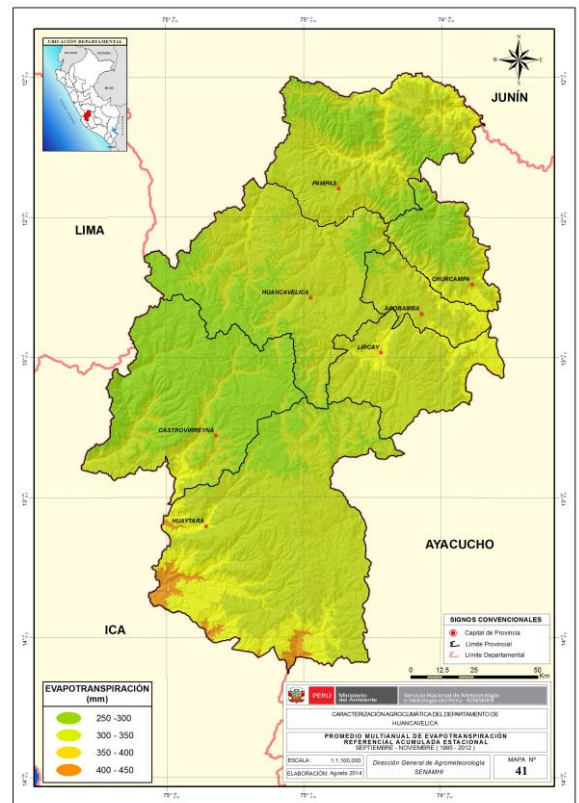
Mapa 39. Estación de otoño



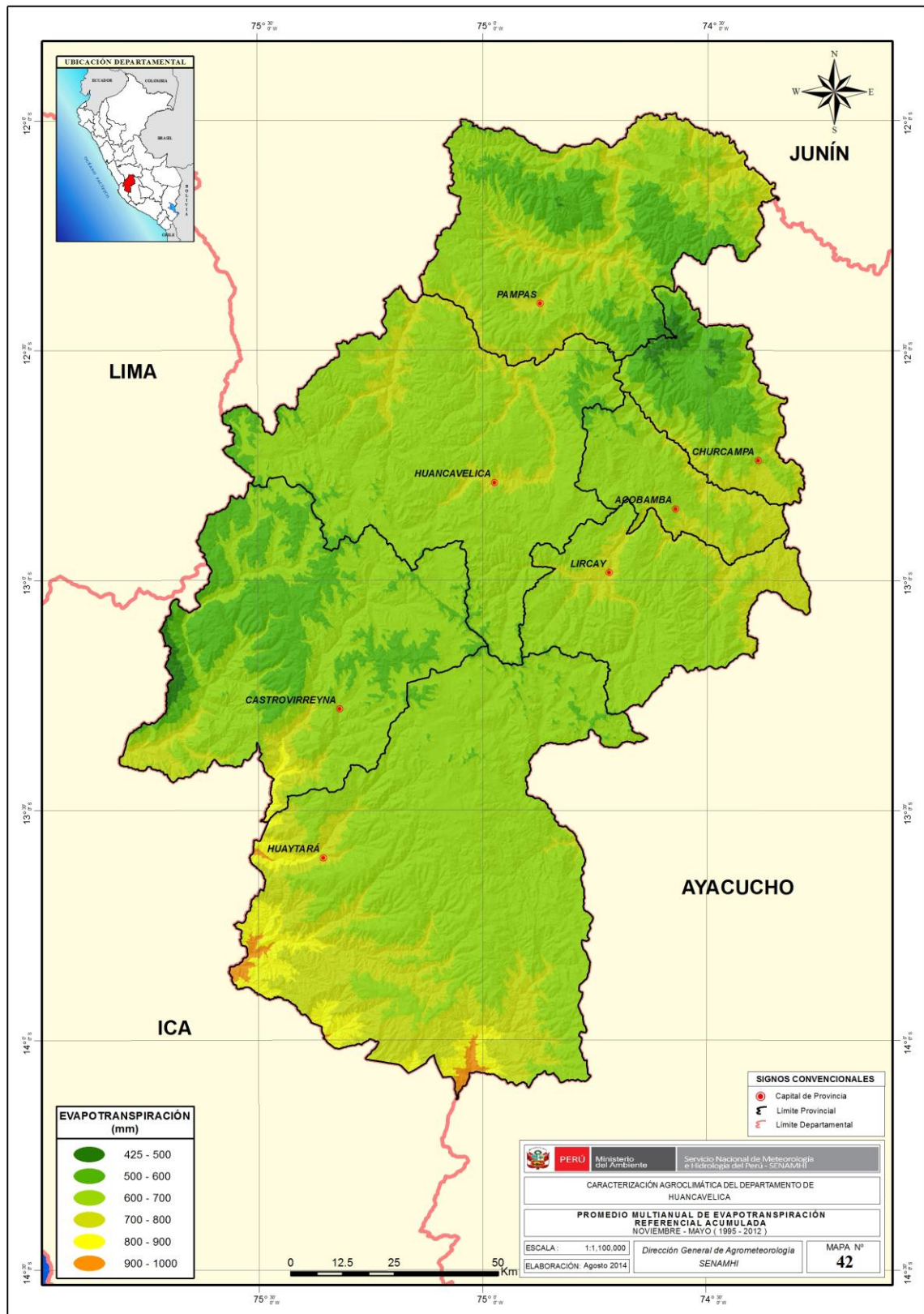
Mapa 40. Estación de invierno



Mapa 41. Estación de primavera



Mapa 42. Distribución espacial de la evapotranspiración referencial durante el período agrícola de los cultivos priorizados



Fuente: SENAMHI

## 6.6 HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa (HR) se refiere a la relación entre la cantidad de vapor de agua que posee el aire y la máxima cantidad que puede retener el aire a esa temperatura. La humedad del aire afecta directamente la demanda de agua por las plantas y por ende las necesidades de riego, la nutrición mineral, la polinización de las flores, la incidencia de enfermedades, entre otros.

### 6.6.1 Distribución temporal

Por lo general, mayor humedad relativa se asocia a la estación de mayor cobertura nubosa. Esta disminuye principalmente hacia el invierno y la primavera, donde se alcanzan los valores más bajos, asociada a la menor cobertura de nubes. En promedio, la HR en la mayor parte de la región oscila entre 50% y 88% (Figura 44). La existencia de áreas de producción con HR superior a 75% estarían sujetas a presentar problemas durante la etapa de crecimiento vegetativo y reproductivo, debido a la incidencia de enfermedades foliares (ascochyta, roya, carbón, rancho, entre otras).

### 6.6.2 Distribución espacial

#### 6.6.2.1 A nivel estacional

Los Mapas 43 al 46 presentan la distribución espacial de la humedad relativa, en el Departamento de Huancavelica, en las estaciones de verano, otoño, invierno y primavera. Los porcentajes más altos de HR se presentan en verano y corresponden a las zonas bajas de las cuencas hidrográficas, en las riberas de los ríos que surcan la región (80% a 90%). Entre 70% y 80% de humedad relativa se registra hacia ambos lados de la cordillera central y occidental, abarcando las provincias de Huancavelica, Tayacaja, Acobamba, zona norte de Angaraes y Churcampa, en el oriente; y al sur de Castrovirreyna y Huaytará, en el occidente. Los menores valores de HR se registran en las cumbres (<50%) por sobre los 4000 msnm.

La configuración espacial en invierno muestra condiciones de sequedad sobre los andes (<40%) con núcleos de mínimos cercanos al límite con Ayacucho, pudiendo bajar hasta 24%. Los extremos suroccidental y nororiental mantienen condiciones de humedad sobre los 70%. El inicio de las precipitaciones durante el equinoccio de primavera incrementa los niveles de humedad relativa sobre la región, con mayor intensidad sobre los alrededores de la zona montañosa (límite de las provincias de Huancavelica, Angaraes, Huaytará y Castrovirreyna).

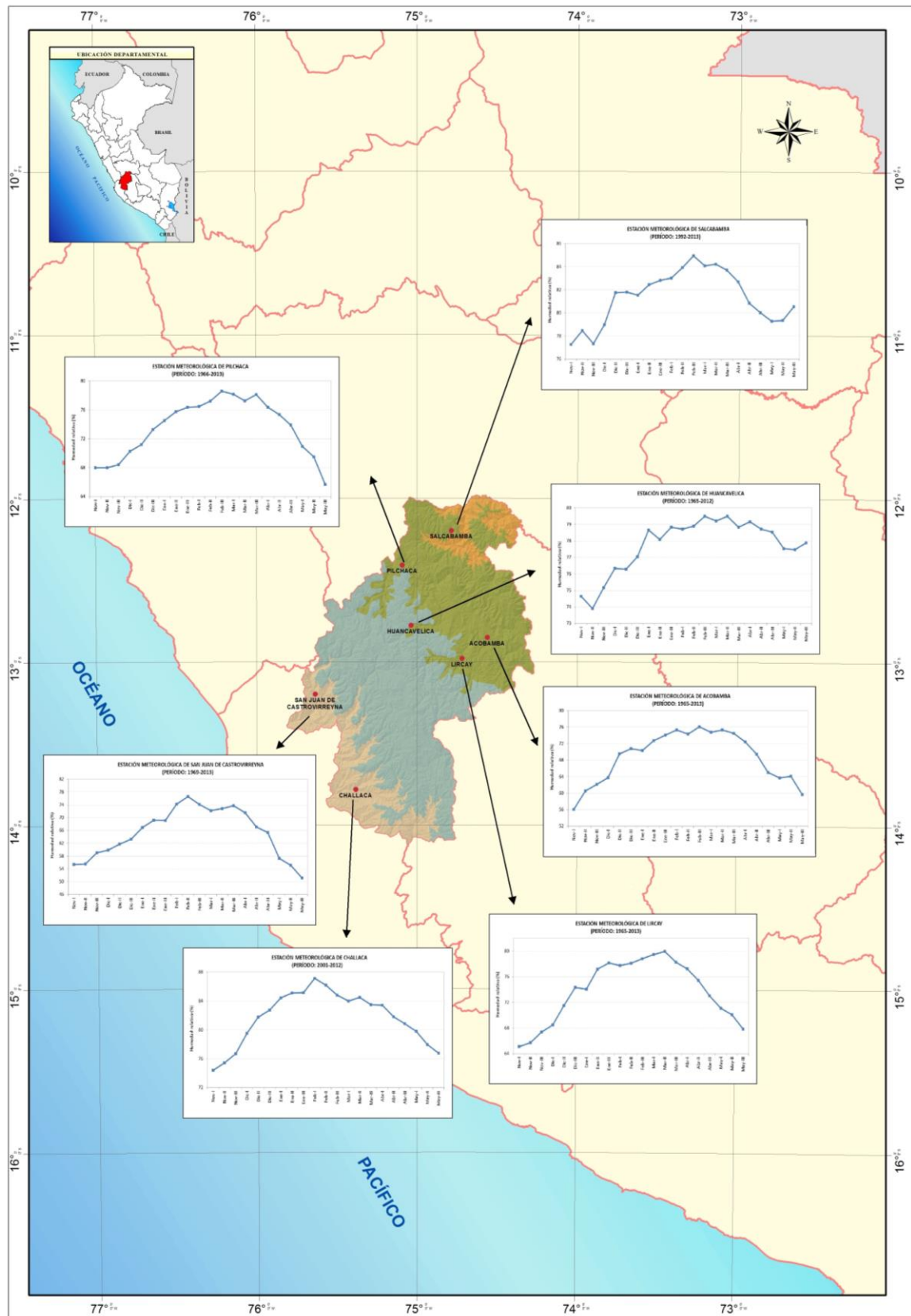
#### 6.6.2.2 A nivel del período agrícola

En el Departamento de Huancavelica, las áreas agrícolas donde se produce la mayor parte de cultivos priorizados presentan una humedad relativa de 70% a 89%, valores óptimos para el crecimiento de las plantas. Estas zonas se localizan principalmente entre las regiones naturales: yunga fluvial y suni; en las provincias de Tayacaja, Churcampa, Acobamba.

Por otro lado, los menores valores de humedad relativa (50% a 60%) se localizan principalmente en la región puna de las provincias de Castrovirreyna, Huaytará, Huancavelica y Angares; lugares donde por la baja humedad relativa y otros elementos climáticos no se produce ningún cultivo priorizado (Mapa 47).



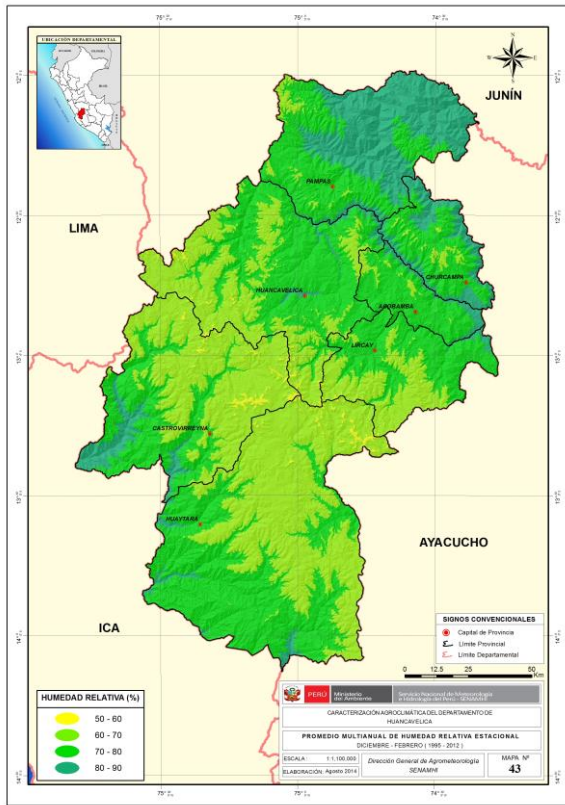
Figura 44. Comportamiento temporal promedio de la humedad relativa en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



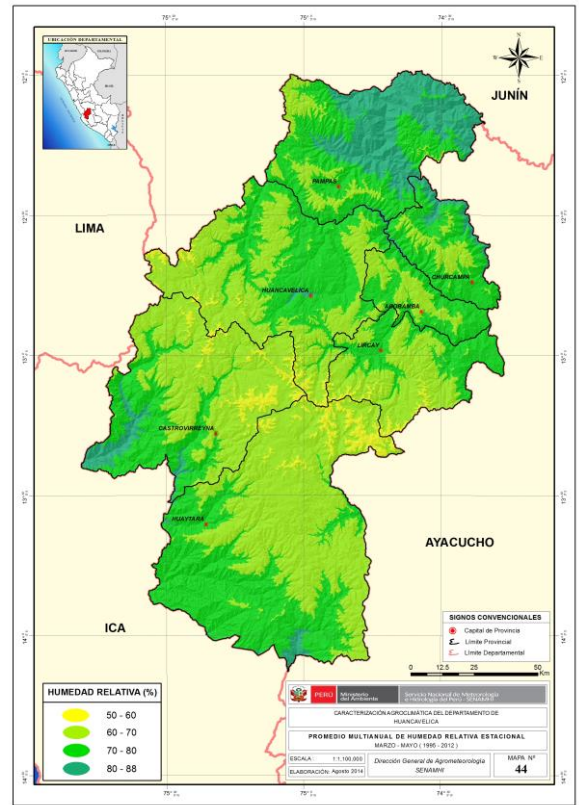
Fuente: Valores estimados a partir de datos históricos de temperatura del aire del SENAMHI. Elaboración propia



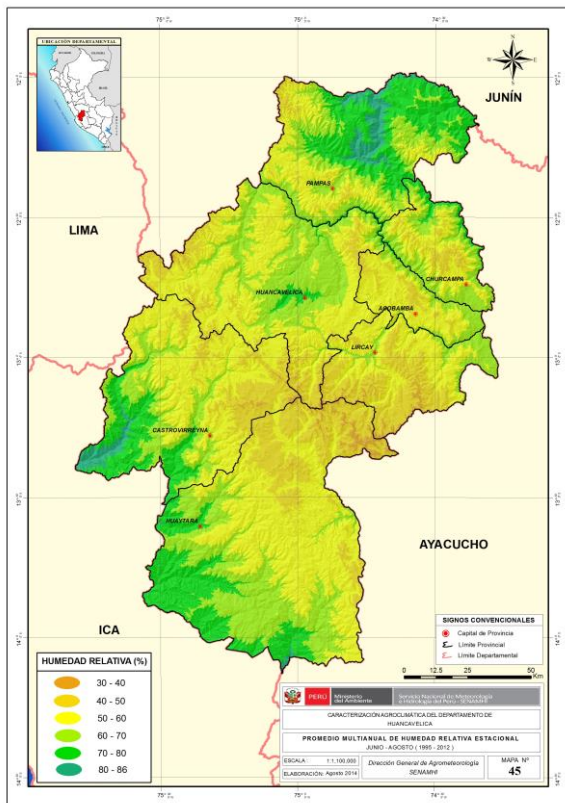
Mapa 43. Estación de verano



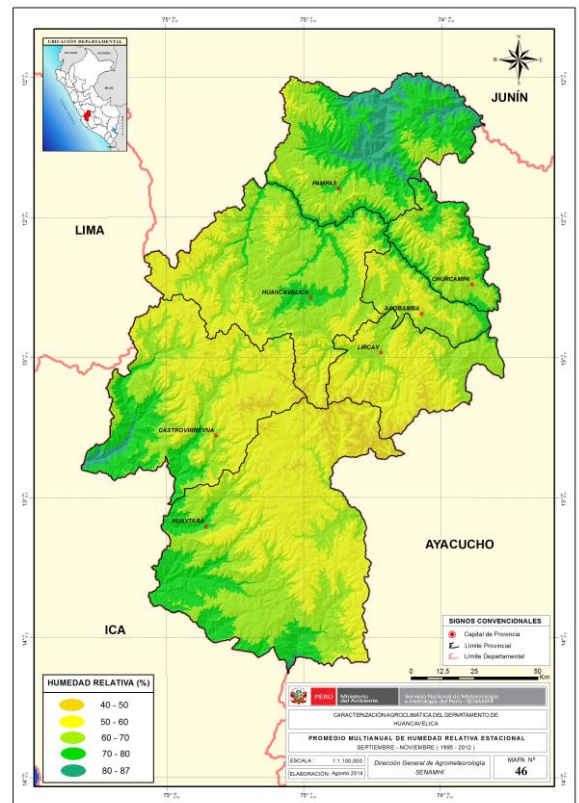
Mapa 44. Estación de otoño



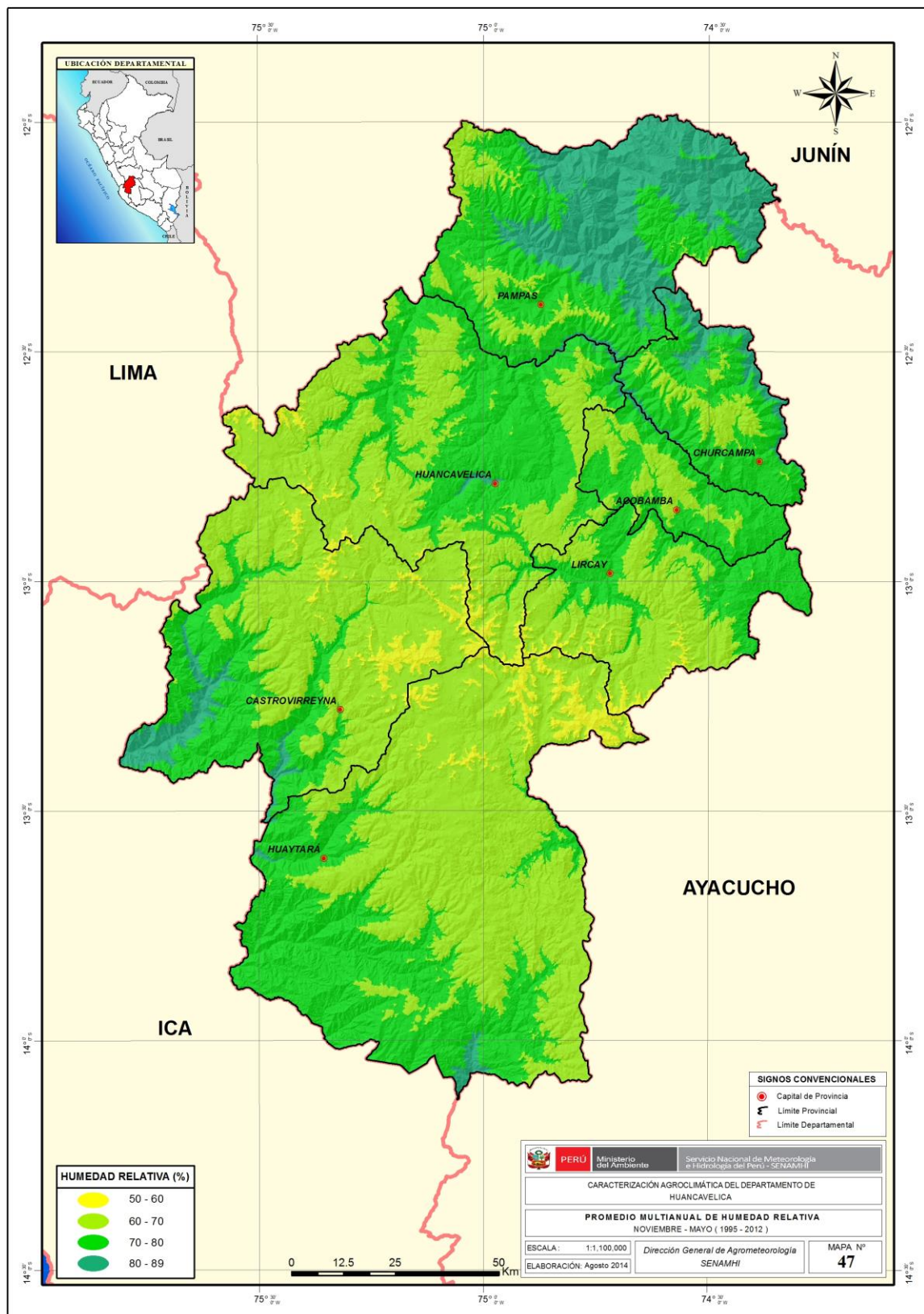
Mapa 45. Estación de invierno



Mapa 46. Estación de primavera



Mapa 52. Distribución espacial de la humedad relativa durante el período agrícola de los cultivos priorizados



Fuente: SENAMHI

## 6.7 VIENTO

Los vientos son movimientos de aire determinados por la variación espacial y temporal del balance de energía en la superficie terrestre. Su acción sobre el ambiente y la vegetación tiene varias e importantes connotaciones para la producción agrícola. Si la velocidad del viento es superior al rango óptimo que requiere la planta, puede afectar la transpiración, el estado hídrico, el crecimiento, la fotosíntesis, la polinización de las flores, la caída de hojas y frutos (daño mecánico), la diseminación de plagas, la degradación y erosión de los suelos, entre otros.

### 6.7.1 Distribución temporal

El factor que más influye en la velocidad del viento es el Anticiclón del Atlántico Sur, debido a que en la estación de verano el núcleo del anticiclón se ubica más al sur y no está intensificado. En cambio en la estación de invierno toma su posición más al norte, alcanzando su máxima intensificación y fortaleciendo el flujo noreste de los vientos alisos, lo que origina el aumento de la velocidad del viento en esta estación.

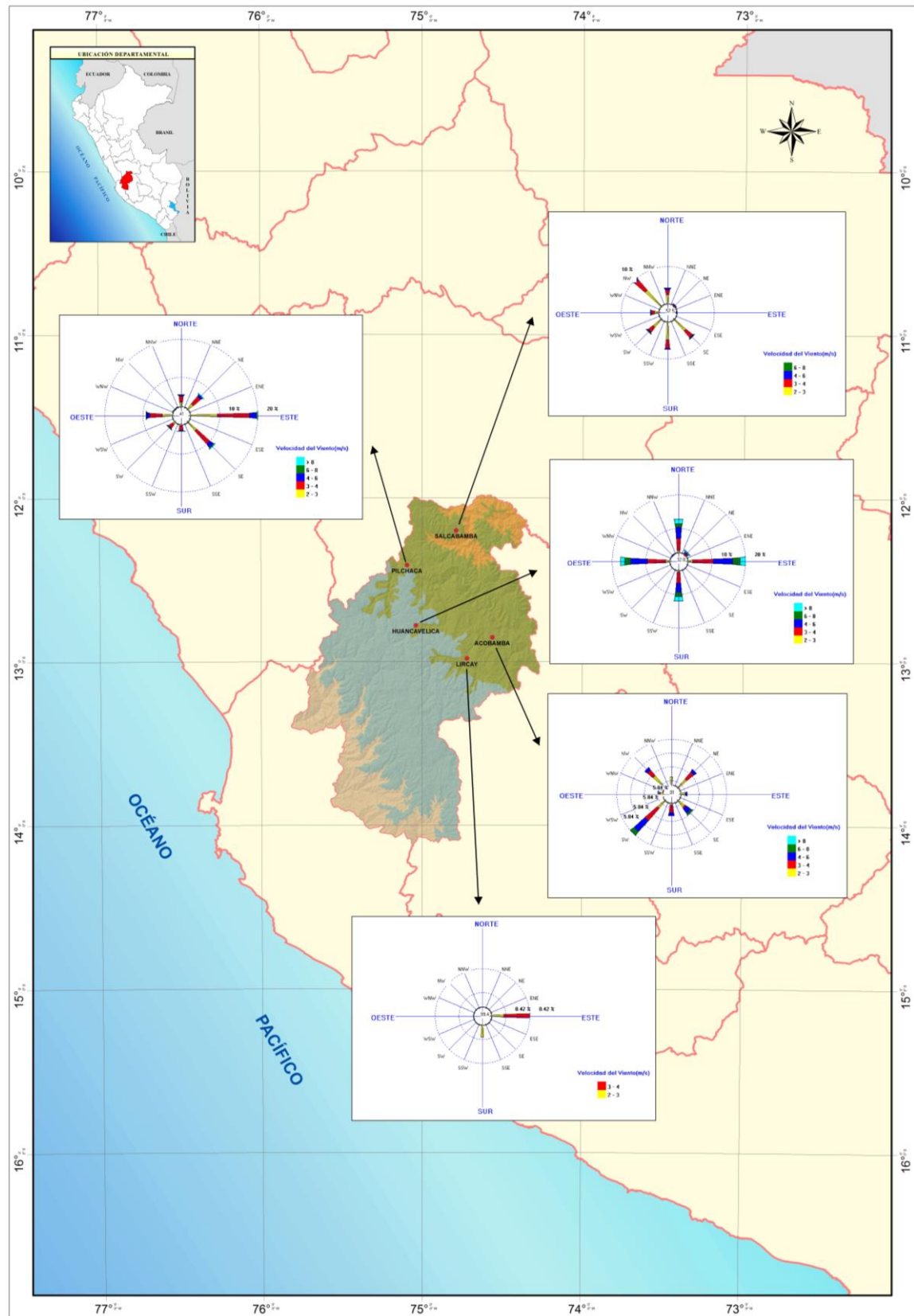
Se muestra el comportamiento estacional de los vientos en las estaciones representativas de la región Huancavelica (Figuras 45-48).

#### Comportamiento durante verano

Durante el trimestre de verano los vientos suelen ser variables y con gran frecuencia de vientos en calma que superan el 40% de la variabilidad de flujos, seguidos en frecuencia de la componente este, responsable de la advección de aire húmedo amazónico disparador de precipitaciones. En los valles interandinos orientales, representado por la estación meteorológica de Salcabamba, se exhibe la presencia regular de vientos del noroeste cuya frecuencia es de 10%; sin embargo, prevalecen los vientos calmos (57.5%). En zonas altas de la meseta oriental, representadas por las estaciones de Pilchaca, donde el porcentaje de calmas llega al 41%, los vientos más frecuentes son del este, con rachas que pueden llegar a 8 m/s. Asimismo, en la estación de Huancavelica, donde la continuidad de las calmas llega a 32%, se presentan flujos del este (22% de los flujos circulantes). Menos comunes son los vientos de componente noreste que solo representan el 1.6%. Las intensidades con mayor frecuencia rondan entre los 3 m/s y 6 m/s. Finalmente, en Acobamba y Lircay prevalecen las calmas (>80%), siendo los flujos variables (con predominio del suroeste y este) con intensidades menores a 6 m/s y 4 m/s, respectivamente (Figura 45).



Figura 45. Comportamiento de los flujos de viento en verano, en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



Fuente: Elaboración propia



### **Comportamiento durante otoño**

La estación se caracteriza por presentar alta variabilidad direccional de vientos. La frecuencia de las calmas supera el 25% y pueden llegar a cubrir el 99% de la frecuencia de flujos en las partes bajas de la meseta oriental. En los valles interandinos, 20% de los vientos provienen del noroeste con intensidades de entre 2 y 3 m/s principalmente, y de 3 a 6 m/s en menor frecuencia. Las partes altas de la meseta, por otro lado, presentan vientos indefinidos zonales (con igual frecuencia entre vientos del este y oeste) y meridionales (con igual frecuencia entre vientos del norte y sur). Localmente, en la estación de Pilchaca la frecuencia de las calmas supera el 80%. La intensidad de la velocidad del viento en esta zona oscila entre 3 y 6 m/s, pudiendo registrarse rachas de 8 m/s. Finalmente, hacia las partes bajas de la meseta andina, las estaciones de Acobamba y Lircay presentan calmas mayores a 65% y vientos variables del noreste, sureste y sur (Figura 46).

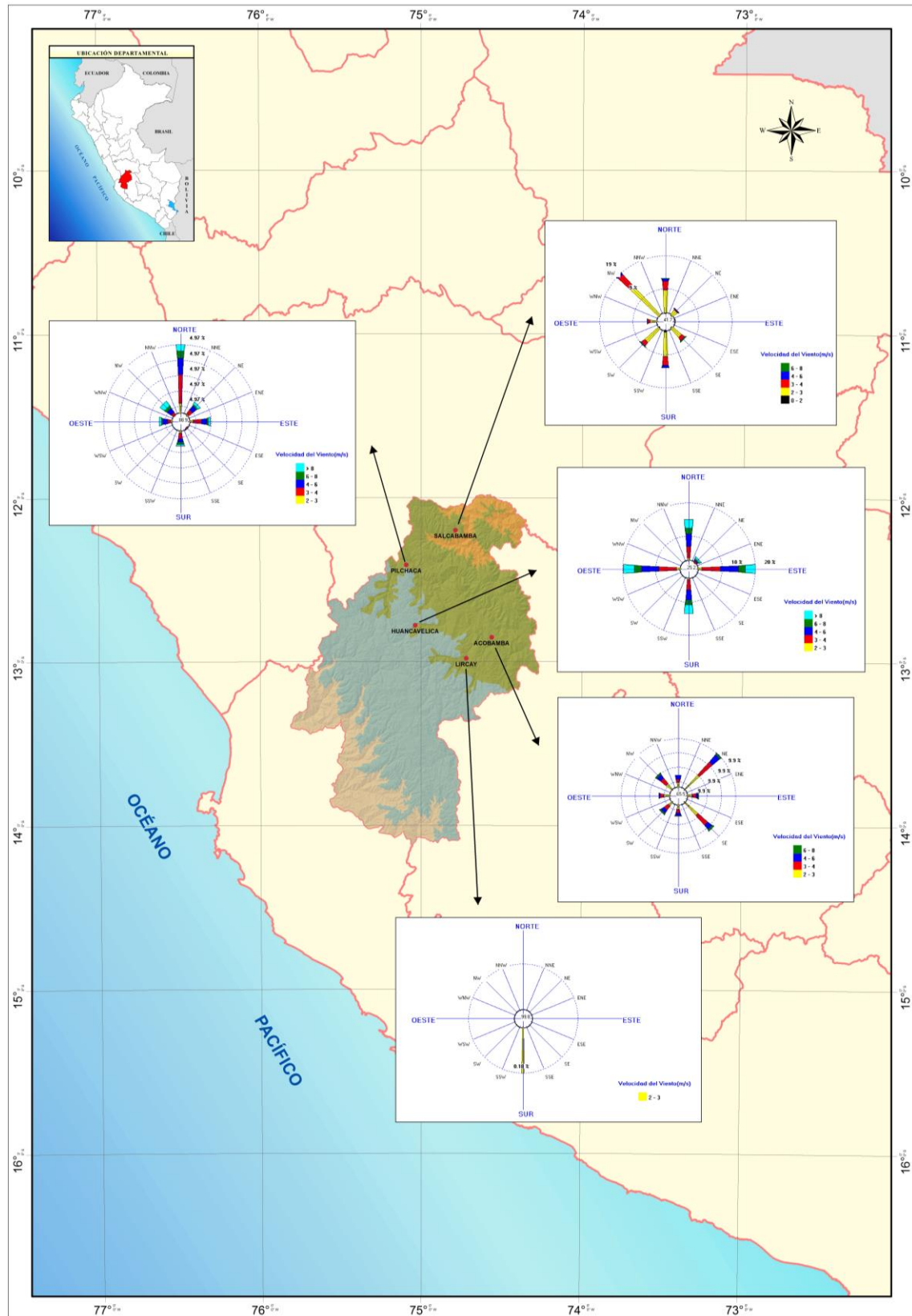
### **Comportamiento durante invierno**

La migración de sistemas atmosféricos a gran escala interviene en la dinámica local de los vientos en Huancavelica. Así, durante los meses invernales la componente oeste se intensifica actuando a modo de bloqueo de los flujos húmedos amazónicos y del atlántico. La mayor parte de las estaciones evaluadas en la Figura 47, ubicadas en la vertiente oriental de los Andes presenta pulsos del oeste, noroeste y suroeste, estos ocupan el segundo lugar en la predominancia direccional de vientos (10 a 30%). Durante esta época las calmas llegan a sus mínimos de frecuencia (<37%) en la mayor parte de la región, a excepción de la estación de Lircay (>90%) ubicada en la zona baja de la meseta andina. Los valles interandinos presentan vientos del noroeste de 2 a 4 m/s de intensidad y 30% de frecuencia. Las partes altas de la meseta registran vientos intensos de hasta 8 m/s y de direccionalidad variable, mientras que la estación de Acobamba presenta flujos del suroeste de 3 a 6 m/s de intensidad y 30% de frecuencia.

### **Comportamiento durante primavera**

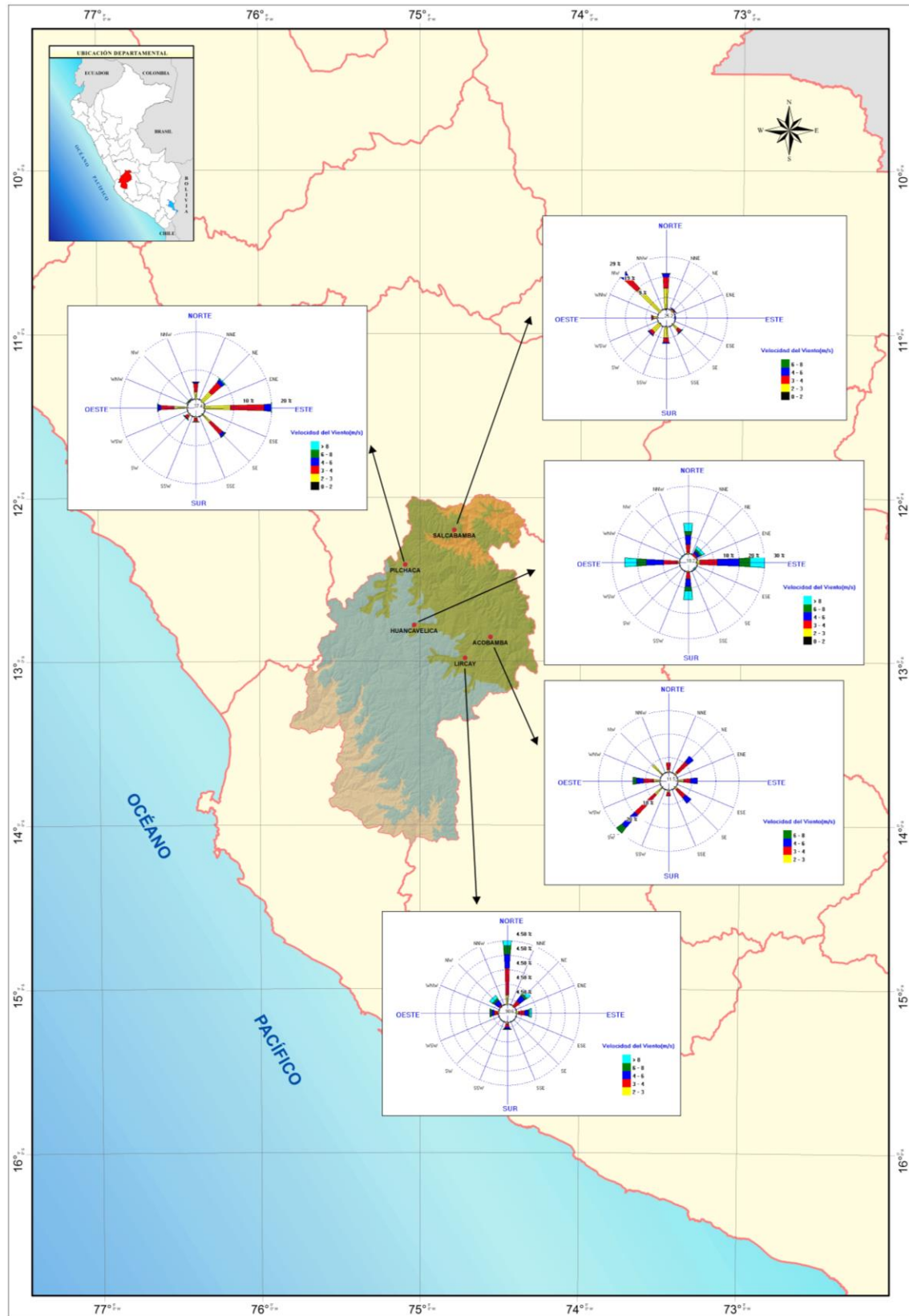
Durante la estación primaveral Huancavelica presenta alta variabilidad direccional de vientos. Existe un incremento de calmas respecto a los meses de invierno en algunas zonas (entre 27% y 88%). Los valles interandinos en esta época siguen presentando vientos del noroeste con una frecuencia de 20% y velocidades en el rango de 2 a 4 m/s. Las estaciones ubicadas sobre la meseta andina oriental presentan el mismo comportamiento de invierno, a excepción de la estación de Lircay que presenta flujos del norte con intensidades predominantes de 3 a 6 m/s y rachas mayores a 8 m/s (Figura 48).

Figura 46. Comportamiento de los flujos de viento en otoño, en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



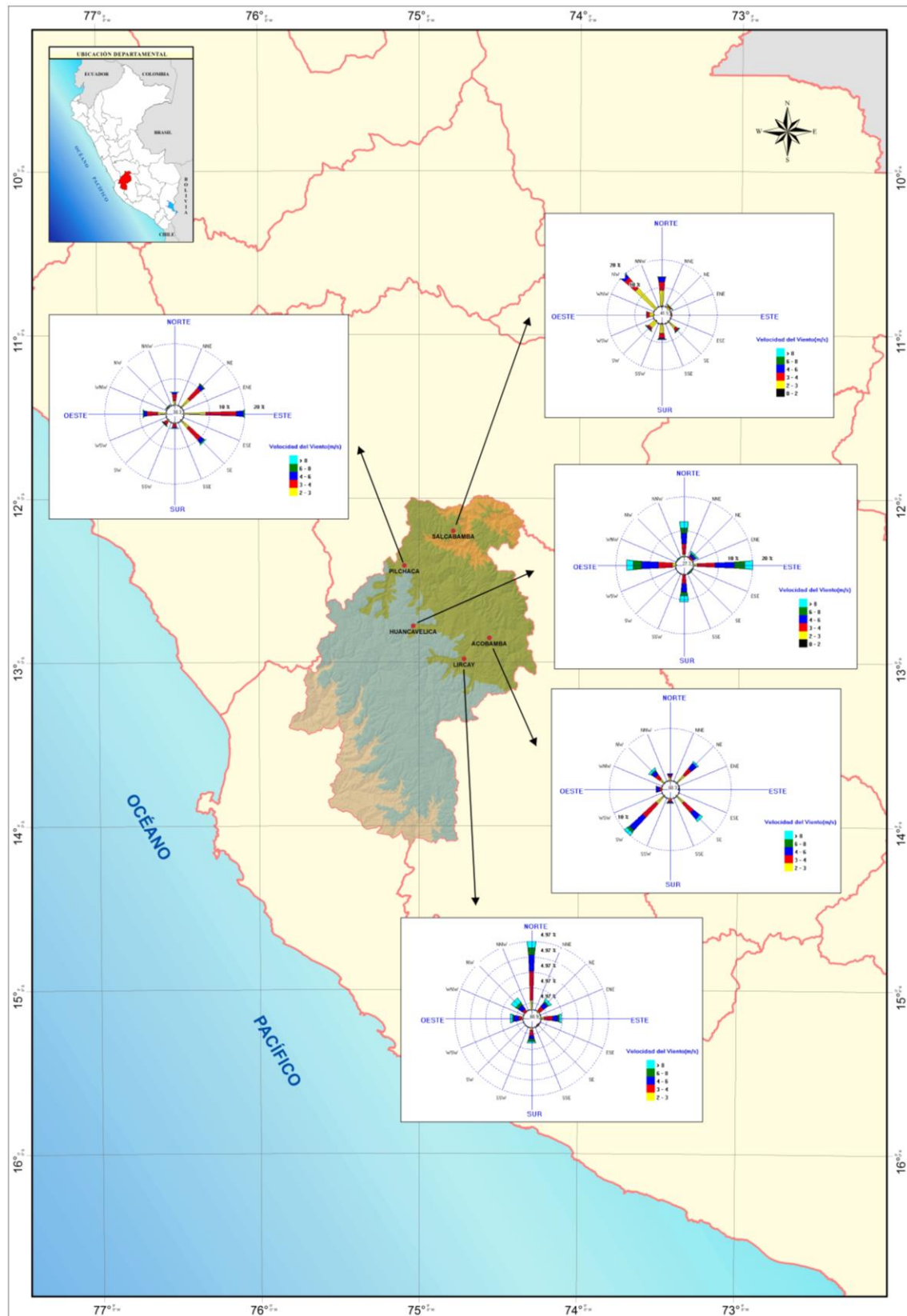
Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Comportamiento de los flujos de viento en invierno, en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Comportamiento de los flujos de viento en primavera, en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica



Fuente: Elaboración propia



## 6.8 BALANCE HÍDRICO AGRÍCOLA

El balance hídrico agrícola permite mostrar los períodos de almacenamiento de agua, recarga, déficit y exceso, de acuerdo al tipo de cultivo y su fase fenológica.

Las Figuras 49 al 54 muestran el balance hídrico de los cultivos priorizados en las estaciones de Acobamba, Lircay y Salcabamba, ubicadas en distritos agrícolas donde se producen en mayor superficie los cultivos de arveja, haba, trigo, cebada grano, papa y maíz amiláceo, bajo condiciones promedio, condiciones de campaña lluviosa y condiciones de campaña deficitaria.

En los Anexos 1, 2 y 3 se presentan el balance hídrico de los cultivos priorizados en otras estaciones representativas del Departamento de Huancavelica.

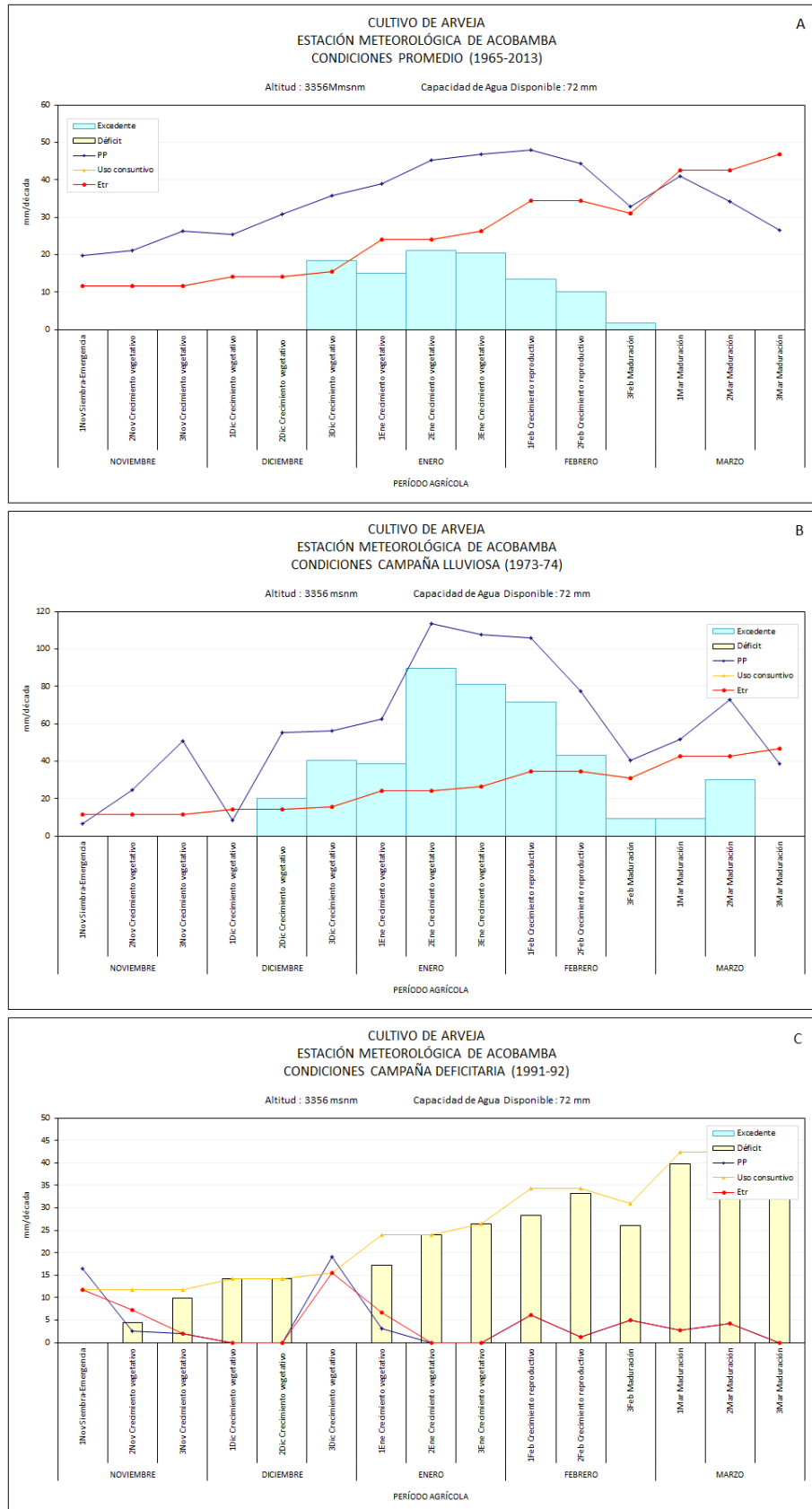
### 6.8.1 Cultivo de arveja

La arveja es un cultivo exigente en agua, si la misma no está disponible en gran volumen y en corto tiempo, es inevitable la pérdida del rendimiento y/o el deterioro de la calidad del grano (Ammann et al, 1987).

Para la estación de Acobamba, una de las zonas de mayor superficie de producción de arveja en Huancavelica, bajo condiciones climáticas promedio (1965-2013), la precipitación satisface la demanda hídrica del cultivo de arveja para sus diferentes fases fenológicas. Para condiciones de campaña lluviosa (1973-74), se puede observar excesos de precipitaciones entre la primera década de noviembre y la segunda década de diciembre, los que pudieron favorecer las labores de siembra y las fases fenológicas de germinación, emergencia y desarrollo de hojas (estadios iniciales); sin embargo, los excesos de humedad, entre la primera década de enero y la segunda década de febrero, pudieron haber afectado el crecimiento de las plantas, principalmente por una menor actividad radicular (absorción de nutrientes) o por la ocurrencia de enfermedades (foliares o radiculares); asimismo se habría perjudicado la polinización de las flores, debido al daño mecánico de las lluvias al acarrear los granos de polen (Paliwal et al, 2001). Finalmente, entre la tercera década de febrero y la tercera década de marzo, los excesos de humedad no habrían perjudicado la maduración de los granos (Figura 49a y 49b).

Bajo condiciones de campaña deficitaria (1991-92), la cantidad de precipitación registrada fue insuficiente para el crecimiento del cultivo. El mayor impacto se habría producido en la etapa reproductiva (primera y segunda década de enero) del cultivo, debido al marcado déficit de humedad (Figura 49c). Al respecto, diversos autores manifiestan que una deficiencia de humedad, en la etapa crítica de la plantas, reduce el rendimiento del cultivo hasta en un 60%. La sequía antes y durante la floración provoca las mayores pérdidas en rendimiento a causa de la mayor reducción del número de vainas, principal componente del rendimiento (Martin y Jamieson, 1996).

Figura 49. Balance hídrico para el cultivo de arveja en la estación de Acobamba, bajo condiciones promedio, campaña lluviosa y campaña deficitaria



Fuente: Elaboración SENAMHI

### 6.8.2 Cultivo de cebada grano

Para la estación de Lircay, una de las zonas de mayor superficie de producción de cebada grano en Huancavelica, bajo condiciones climáticas promedio (1965-2013), la precipitación satisface la demanda hídrica del cultivo de cebada para sus diferentes fases fenológicas. Para condiciones de campaña lluviosa (1973-74), el mayor impacto por las intensas precipitaciones se habría producido principalmente durante las etapas de crecimiento vegetativo (macollaje y encañado), crecimiento reproductivo (espigado y floración) y primer estadio de la maduración (grano lechoso) (Figuras 50a y 50b).

Bajo condiciones de campaña deficitaria (1991-92), el déficit de humedad ocurrido entre la primera década de febrero y la segunda década de abril habría perjudicado el rendimiento del cultivo, debido a que se afectó la polinización y fecundación de las flores, así como el llenado de los granos recién formados (maduración lechosa). Por lo tanto, en zonas agrícolas con insuficiente humedad son importantes los riegos complementarios, a fin de asegurar un buen crecimiento y rendimiento de las plantas (Figura 50c).

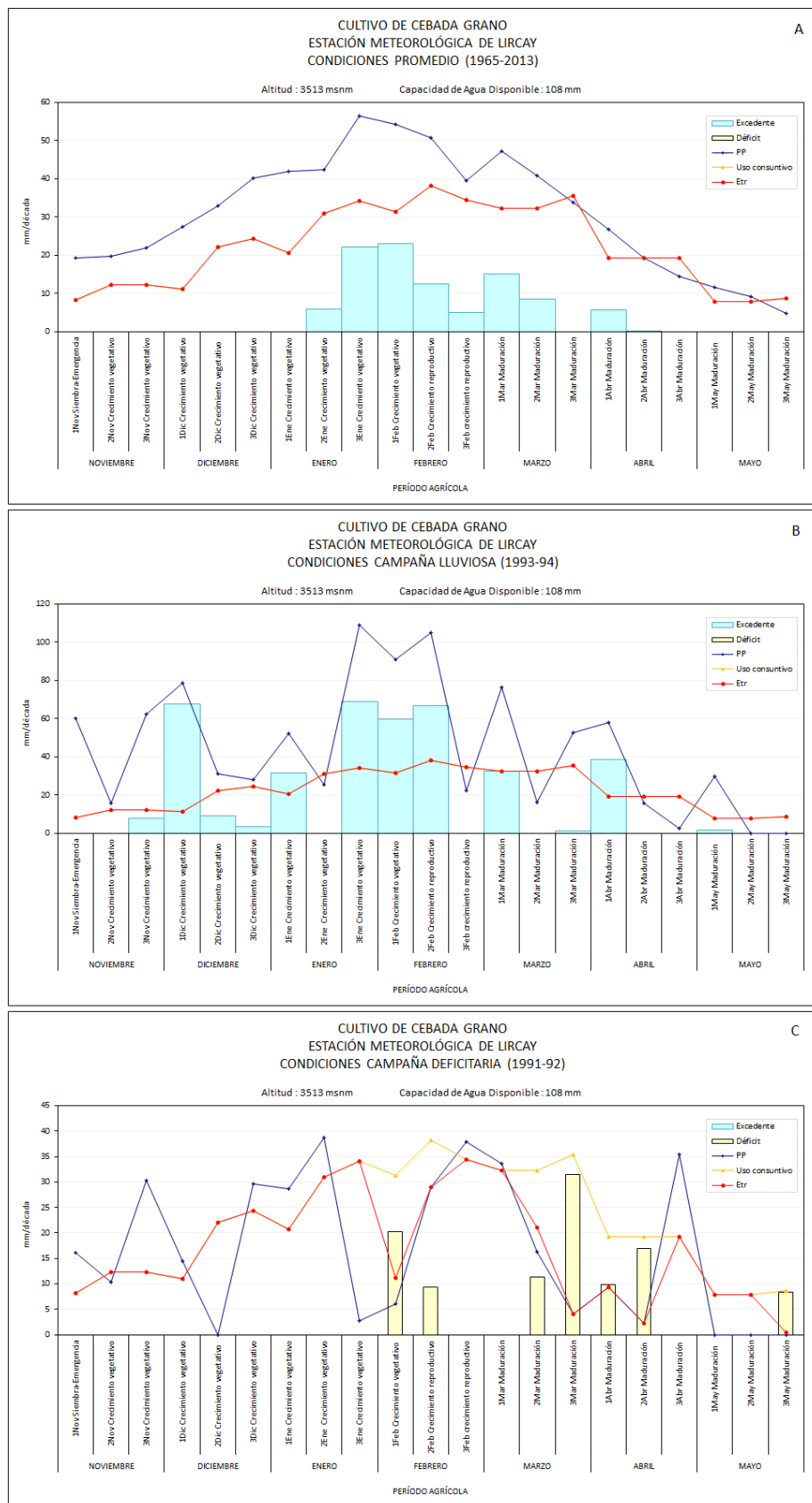
### 6.8.3 Cultivo de haba

El haba se considera la leguminosa más sensible a la falta de agua, específicamente durante la floración y llenado de grano. Según MERA (1999), las habas no deben regarse en exceso, ya que en general las raíces de las leguminosas no toleran la falta de aire.

Para la estación de Acobamba, una de las zonas de mayor superficie de producción de maíz amiláceo en Huancavelica, bajo condiciones climáticas promedio (1965-2013), las precipitaciones registradas satisfacen los requerimientos hídricos del cultivo. Los ligeros excesos de humedad que pudieran presentarse a principios y mediados de la campaña agrícola podrían no afectar el crecimiento de las plantas (Figura 51a).

Bajo condiciones de campaña lluviosa (1993-94), las altas precipitaciones entre la tercera década de diciembre y la segunda década de marzo podrían haber impactado el rendimiento del cultivo porque los excesos de humedad ocurren durante las fases fenológicas más sensibles de las plantas (Figura 51 b). Bajo condiciones de campaña deficitaria (1991-92), las bajas precipitaciones no habrían favorecido el crecimiento del cultivo, afectándose así los diferentes componentes del rendimiento (Figuras 51c). Al respecto, Ridao et al (1996), citado por Ruiz (2003), señalan que el déficit hídrico en habas produce una variación en el ángulo foliar, provocando un cambio en la radiación fotosintéticamente activa interceptada; asimismo, con estrés hídrico se adelanta la senescencia porque las raíces de las plantas sufren cambios adaptativos, incrementándose así los abortos florales y disminuyendo la fijación simbiótica de nitrógeno.

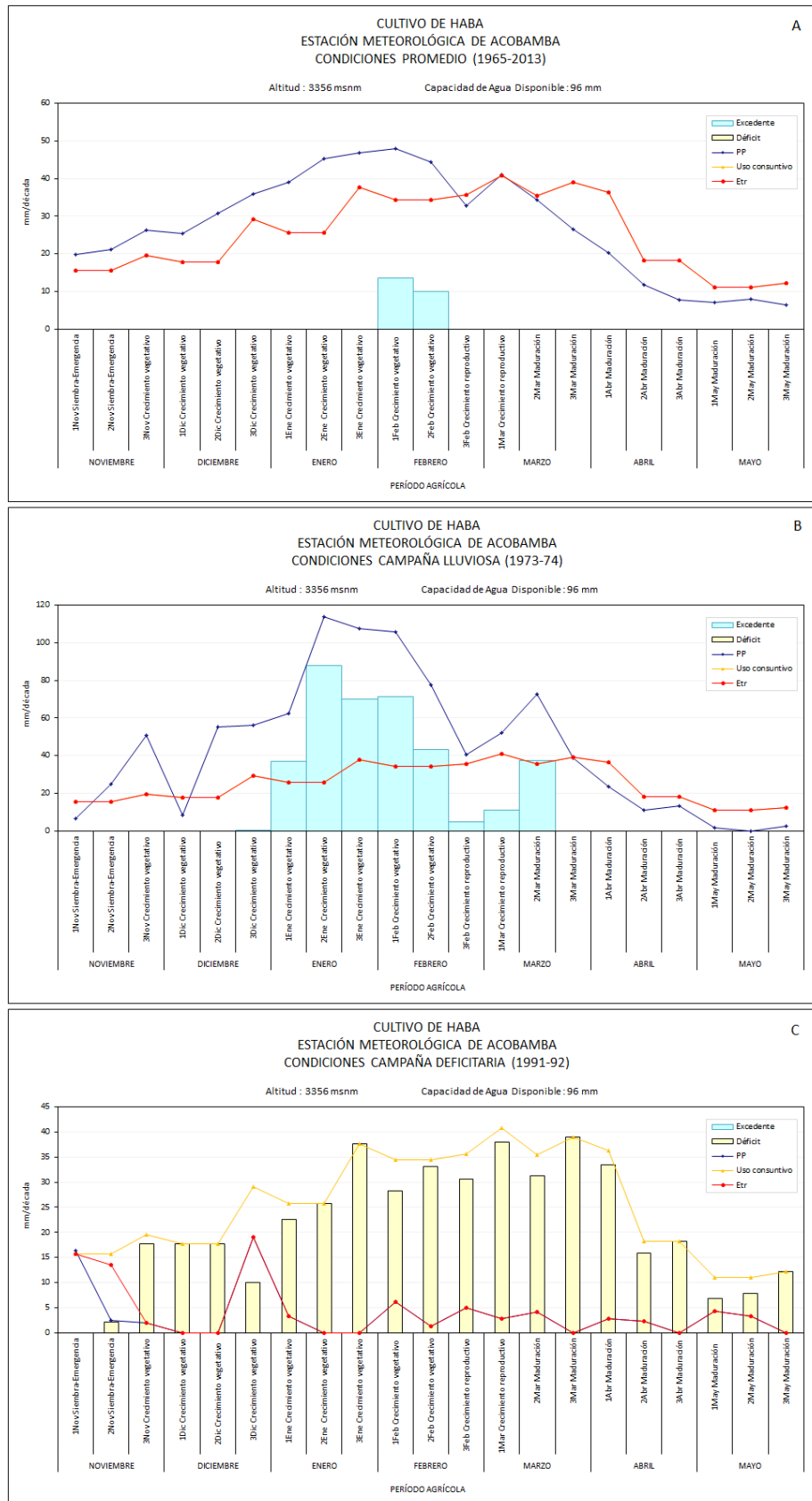
Figura 50. Balance hídrico para el cultivo de cebada grano en la estación de Lircay, bajo condiciones promedio, campaña lluviosa y campaña deficitaria



Fuente: Elaboración SENAMHI



Figura 51. Balance hídrico para el cultivo de haba en la estación de Acobamba, bajo condiciones promedio, campaña lluviosa y campaña deficitaria



Fuente: Elaboración SENAMHI

#### 6.8.4 Cultivo de maíz amiláceo

Para la estación de Salcabamba, una de las zonas de mayor superficie de producción de maíz amiláceo en Huancavelica, bajo condiciones climáticas promedio (1992-2013), la precipitación satisface la demanda hídrica del cultivo de maíz amiláceo para sus diferentes fases fenológicas. En condiciones de campaña lluviosa (2010-11), la cantidad de precipitación en la estación de Salcabamba al inicio pudo haber favorecido las labores de siembra y el desarrollo de las etapas fenológicas del cultivo. Sin embargo, los excesos de humedad a principios y mediados de febrero podría haber retardado ligeramente la emisión de la panoja en la parte apical de la planta (Figuras 52a y 52b).

El mayor impacto en el cultivo pudo haberse registrado entre la tercera década de marzo y segunda década de abril porque se habría perjudicado el llenado de los granos; si no se adoptaron medidas correctivas (riegos complementarios) en el cultivo, se habría afectado el rendimiento (campaña deficitaria 1992-93). Al respecto, la falta severa de agua en el maíz puede manifestarse por la pérdida de la turgencia (flacidez o marchitamiento) de las hojas o por el enrollamiento y apariencia opaca de las hojas superiores de las plantas jóvenes. Cuatro días de flacidez continua durante el período de crecimiento vegetativo pueden reducir la productividad entre un 5 a 10%. Si el estrés hídrico se presenta durante la emergencia de la flor femenina y polinización, la producción puede reducirse hasta en un 50%; la falta de agua en este período es crítica porque retrasa la maduración del aparato reproductor femenino y altera la sincronización entre la emergencia de los estilos y la liberación del polen, dando como resultado mazorcas con menos granos (Bloc et al, 1984 tomado de López, 1991).

#### 6.8.5 Cultivo de papa

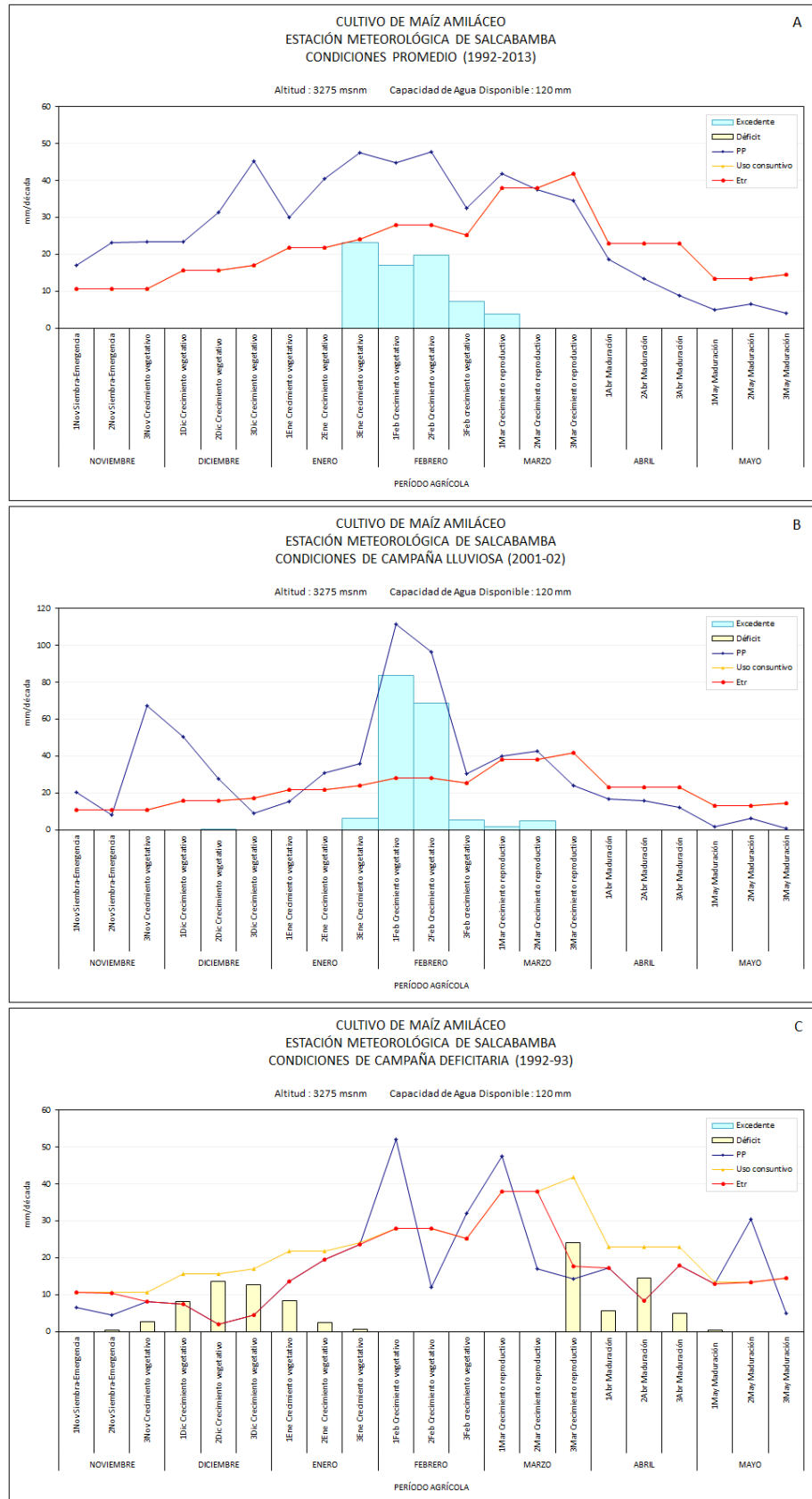
El cultivo de papa para desarrollar sus distintas fases fenológicas, procesos metabólicos y fisiológicos requiere de condiciones óptimas de humedad.

Para la estación de Lircay, una de las zonas de mayor superficie de producción de papa en Huancavelica, bajo condiciones climáticas promedio (1965-2013), la precipitación satisface la demanda hídrica del cultivo de papa para sus diferentes fases fenológicas.

Bajo condiciones de campaña lluviosa (1973-74), los excesos de precipitación habrían perjudicado las fases fenológicas aéreas (emisión de brotes laterales, botón floral y floración) y subterráneas (crecimiento de estolones, crecimiento de tubérculos), debido a la aparición de enfermedades foliares (rancha) u hongos del suelo causante de pudriciones (Figura 53a y 53b).

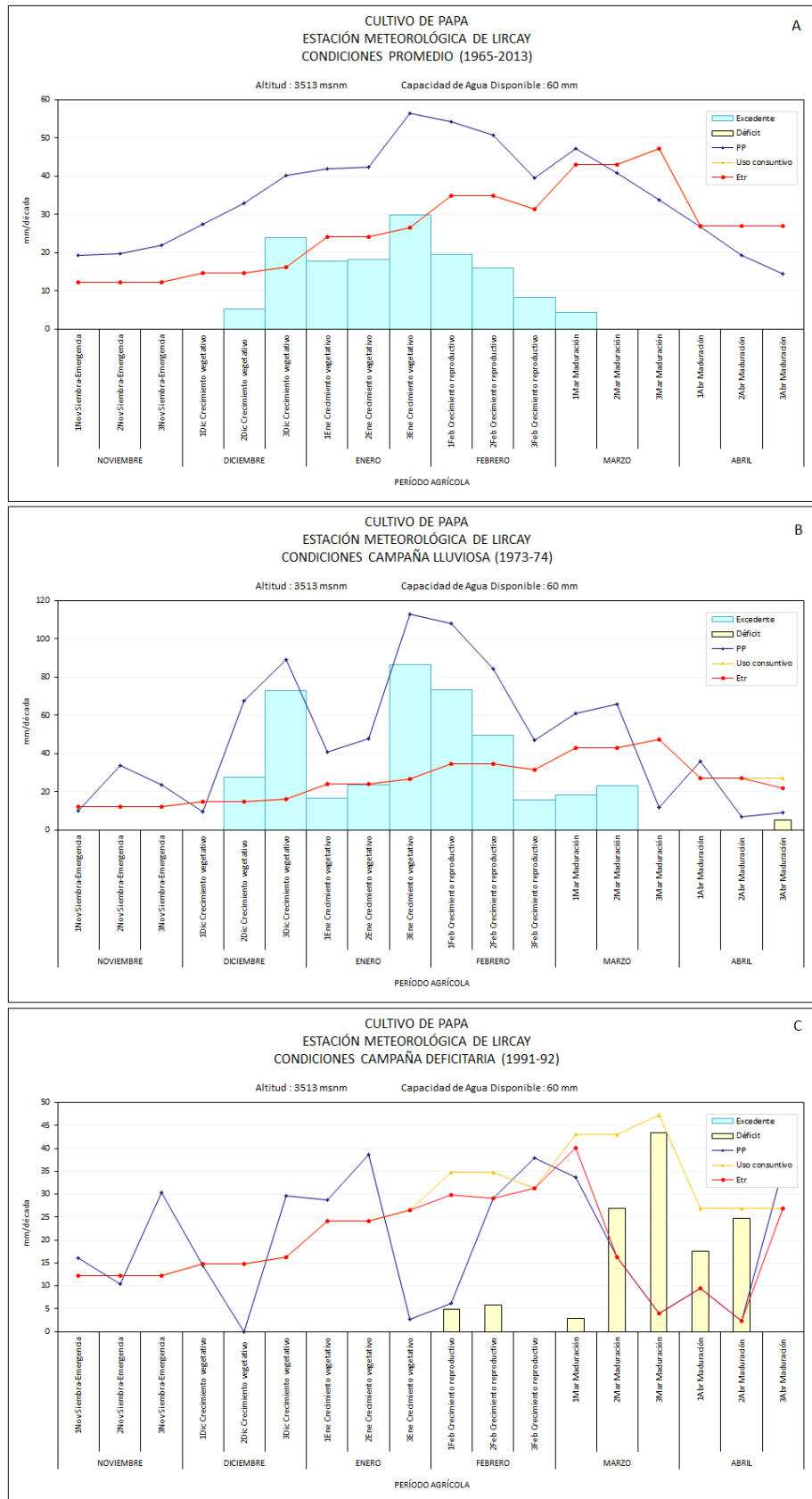
Bajo condiciones deficitarias (1991-92), las lluvias fueron insuficientes para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo durante las etapas de crecimiento reproductivo y maduración, ocurrido entre la primera década de febrero y la tercera década de marzo (Figura 53c). Al respecto, en situaciones de estrés, cuando las plantas son incapaces de satisfacer la demanda evaporativa de la atmósfera, las hojas pierden turgor y se cierran los estomas, se restringe la fotosíntesis y la pérdida de agua, se incrementa la temperatura del follaje, aumenta la respiración, trayendo consigo la disminución de las reservas de carbohidratos y desfavoreciendo la formación y el crecimiento de tubérculos; en consecuencia, se reduce el rendimiento (Allen y Scott, 1980; Haverkort, 1982; Rojo, 2006).

Figura 52. Balance hídrico para el cultivo de maíz amiláceo en la estación de Salcabamba, bajo condiciones promedio, campaña lluviosa y campaña deficitaria



Fuente: Elaboración SENAMHI

Figura 53. Balance hídrico para el cultivo de papa en la estación de Lircay, bajo condiciones promedio, campaña lluviosa y campaña deficitaria



Fuente: Elaboración SENAMHI



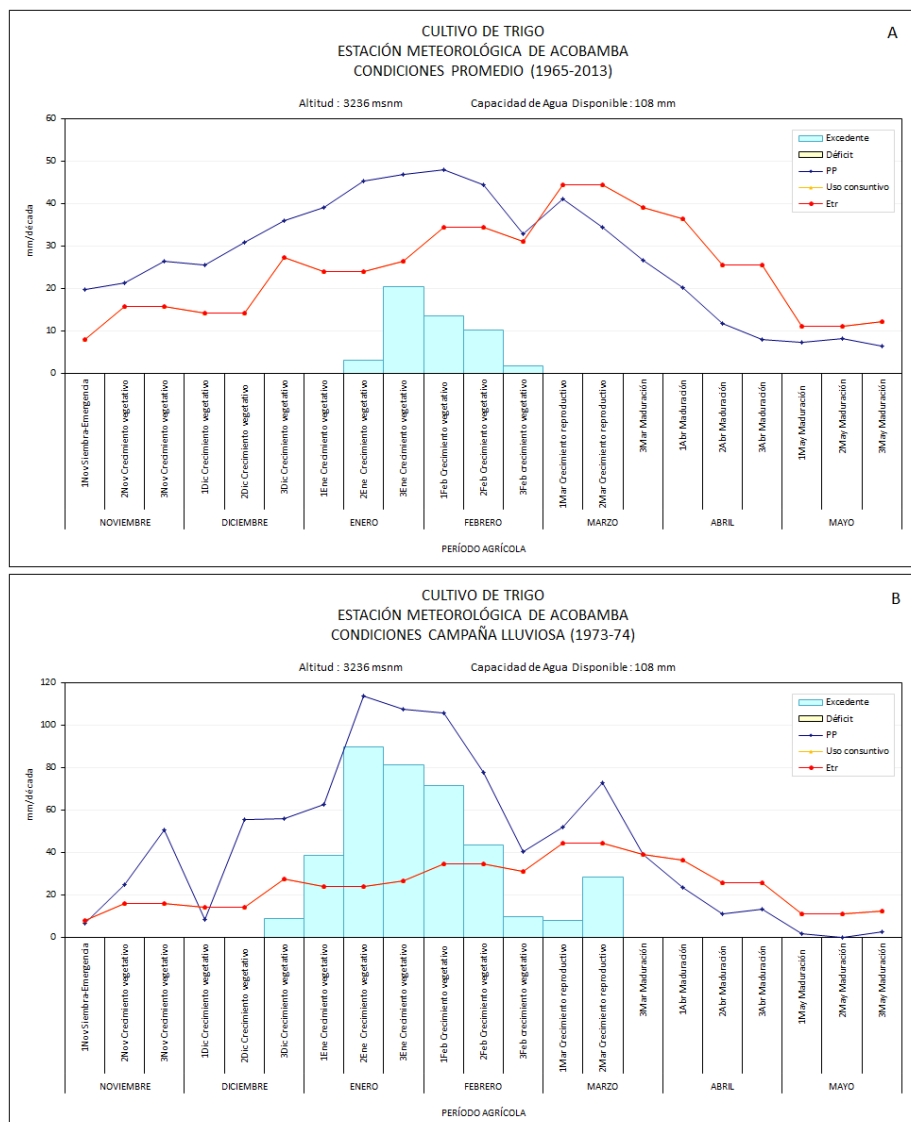
### 6.8.6 Cultivo de trigo

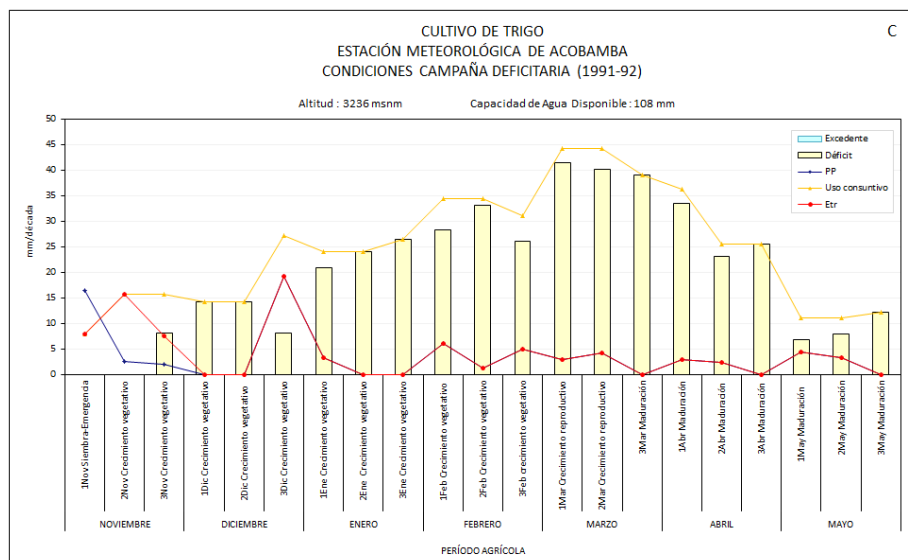
Para la estación de Acobamba, una de las zonas de mayor superficie de producción de trigo en Huancavelica, bajo condiciones climáticas promedio (1965-2013), la precipitación satisface la demanda hídrica del cultivo para sus diferentes fases fenológicas (Figura 54a).

Bajo condiciones de campaña lluviosa (1973-74), los excesos de humedad entre la primera década de enero y la segunda década de febrero pudieron haber afectado la producción de biomasa en la parte aérea (hojas y tallos) por la limitada respiración de las raíces y la baja tasa fotosintética de la planta (Figura 54b).

El estrés hídrico presentado en la campaña deficitaria 1991-92 fue recurrente durante toda la campaña agrícola. Durante las fases más sensibles de las plantas (floración e inicios de la maduración) se habrían perjudicado la polinización y fecundación de las flores, así como la movilización de fotosintatos hacia los granos recién formados (Figura 54c).

Figura 54. Balance hídrico para el cultivo de trigo en la estación de Acobamba, bajo condiciones promedio, campaña lluviosa y campaña deficitaria





Fuente: Elaboración SENAMHI

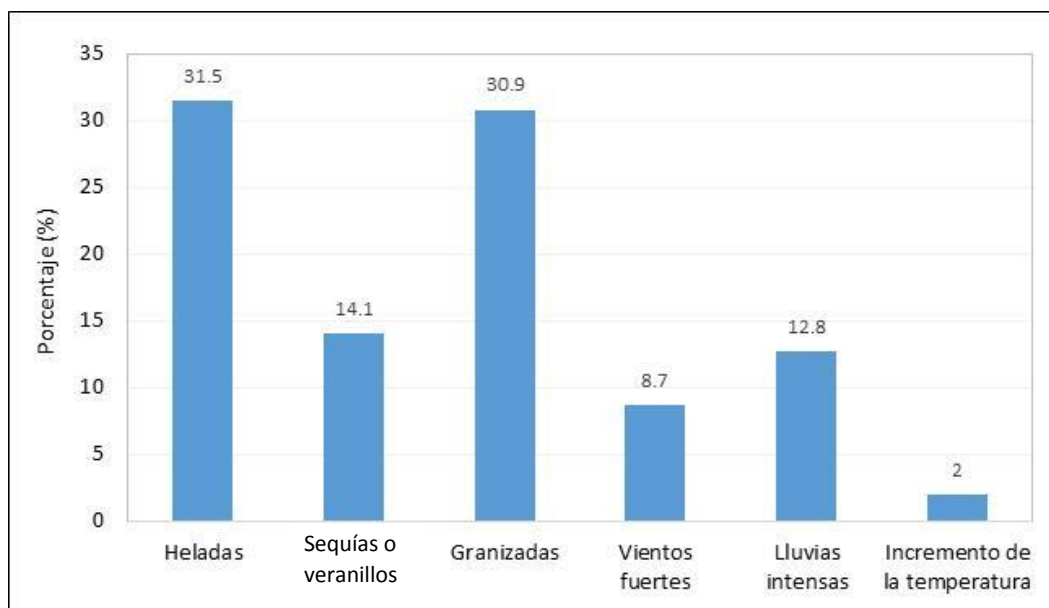
## VII. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA E IMPACTO EN LOS CULTIVOS

En el Departamento de Huancavelica, los pobladores locales perciben que el clima ha cambiado en los últimos 15 años. Los entrevistados manifiestan la ocurrencia de eventos climáticos extremos cada vez más frecuentes que ocasionan daños no solo a los cultivos, sino también a la actividad pecuaria, comercio, entre otros.

### 7.1 Percepción de la ocurrencia de los eventos climáticos extremos

Según los pobladores locales, los eventos climáticos extremos que frecuentemente ocurren son las heladas (31,5%) y granizadas (30,9%). En menor frecuencia mencionan las sequías o veranillos (14,1%) y lluvias intensas en períodos cortos (12,8%), así como los vientos fuertes en horas de la tarde y los incrementos de la temperatura principalmente al mediodía (Figura 55).

Figura 55. Percepción local sobre la frecuencia de los eventos extremos en el Departamento de Huancavelica



Fuente: Entrevista a productores agrarios del Departamento de Huancavelica. Total de encuestas: 51 (Pregunta con respuestas múltiples). Elaboración: SENAMHI

Los pobladores locales manifiestan que hace 15 años las precipitaciones iniciaban y finalizaban, con mayor frecuencia, entre setiembre y mayo. Asimismo, el período de estiaje era más estacional produciéndose entre junio a agosto.

En la actualidad, tanto los períodos secos como las lluvias intensas han cambiado su período estacional. El período lluvioso se ha reducido de 9 a 7 meses, iniciándose con mayor frecuencia en diciembre y culminando en mayo; así mismo, los meses de febrero, marzo y abril presentan las precipitaciones más intensas, según manifiestan los pobladores locales (Figura 56).

Figura 56. Percepción local sobre la frecuencia del cambio de la estacionalidad de las lluvias y períodos secos en el Departamento de Huancavelica

Percepción Local	Frecuencia de ocurrencia de lluvias durante la campaña agrícola											
	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Antes		45%	65%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
Actual				15%	45%	100%	100%	100%	100%	100%		

Fuente: Entrevista a productores agrarios del Departamento de Huancavelica. Total de encuestas: 51 (Pregunta con respuestas múltiples). Elaboración: SENAMHI

## 7.2 Percepción del impacto de los eventos climáticos extremos en los cultivos

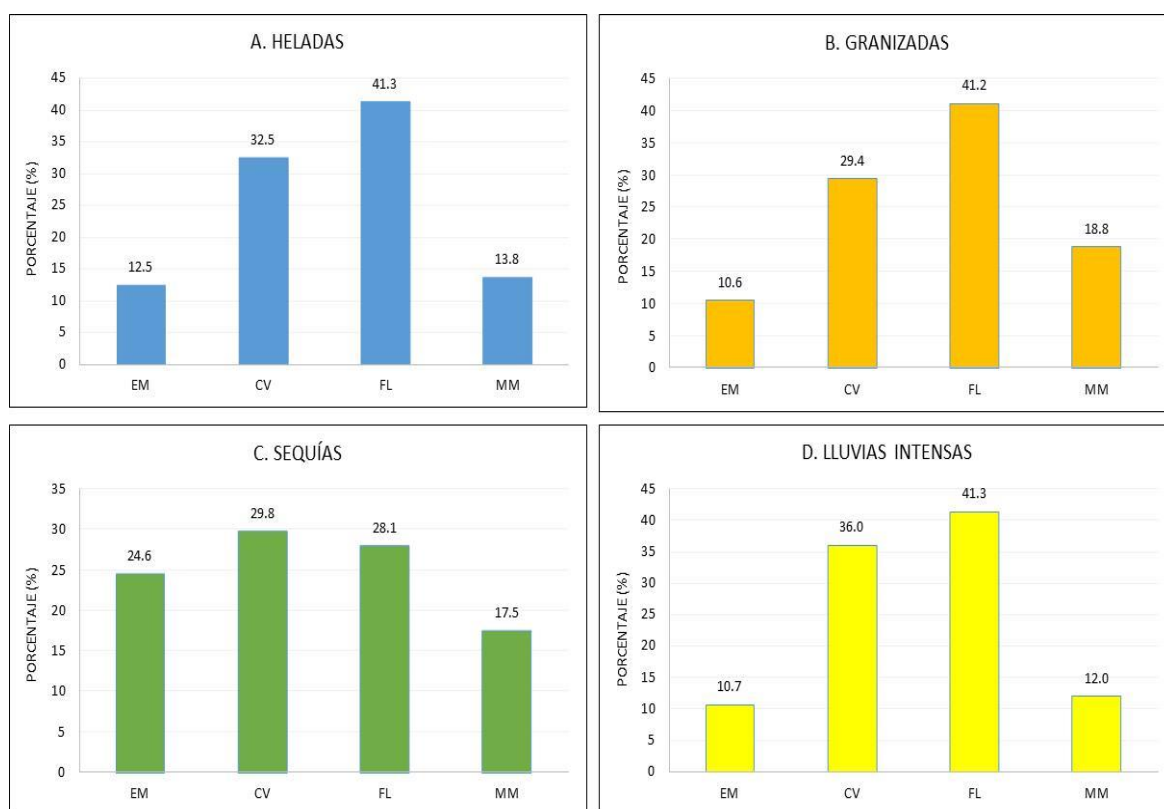
Según la percepción de los pobladores locales, los eventos climáticos extremos se vienen presentando con más frecuencia dentro de las campañas agrícolas. Estos impactan negativamente en los cultivos priorizados con efectos diferenciados, según el evento climático y la fase fenológica en la cual se encuentra la planta.

La gran mayoría de los entrevistados manifiesta que sus sistemas de producción se basan en técnicas tradicionales, es decir, no cuentan con paquetes tecnológicos para contrarrestar la ocurrencia y el posterior daño ocasionado por los eventos extremos.

### a. Cultivo de papa

Según la percepción de los pobladores locales, los eventos extremos como las heladas, granizadas, sequías y lluvias intensas afectan en mayor proporción las fases fenológicas de brotes laterales (29,8% a 36%) y floración (28,1% a 41,3%), siendo esta última la más sensible de la planta porque, a nivel subterráneo, ocurre la emisión de estolones y el proceso de tuberización (Figura 57).

Figura 57. Percepciones locales sobre el impacto de los eventos climáticos extremos sobre la emergencia (EM), crecimiento vegetativo (CV), floración (FL) y maduración (MM) del cultivo de papa en el Departamento de Huancavelica



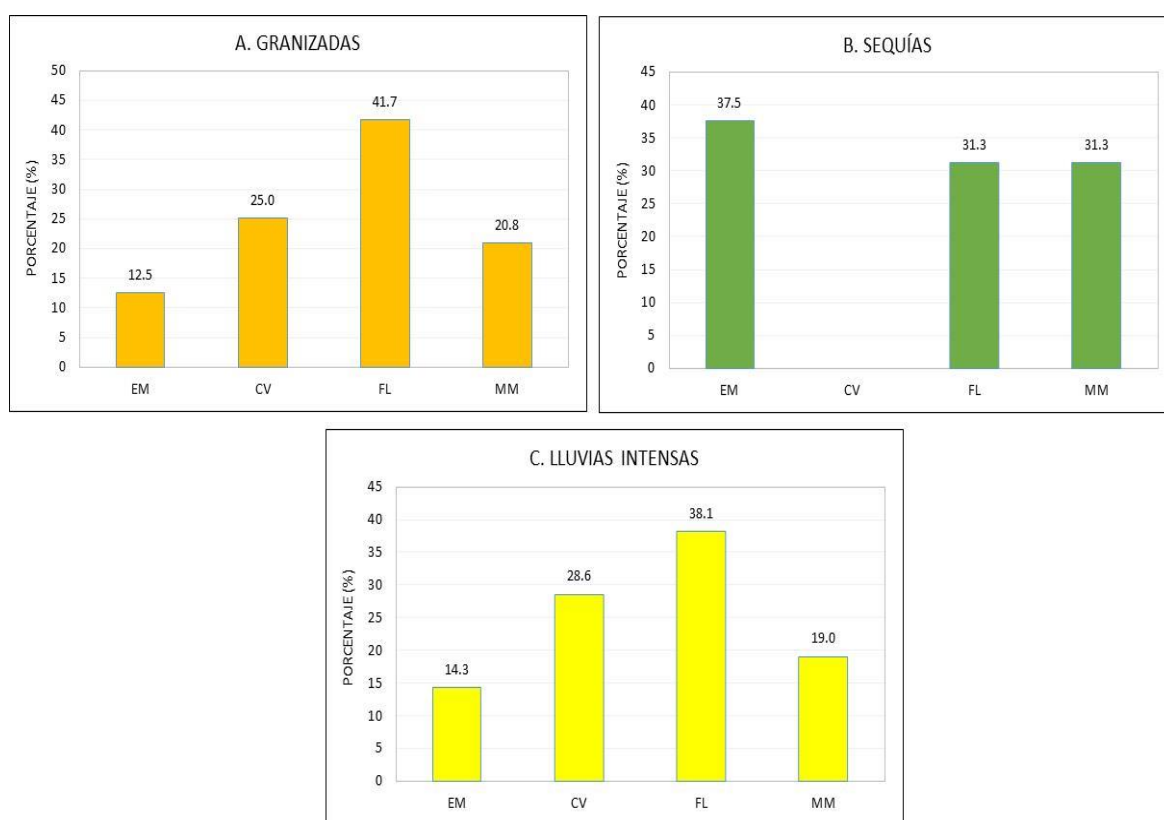
Fuente: Entrevista a productores agrarios del Departamento de Huancavelica. Total de encuestas: 51 (Pregunta con respuestas múltiples). Elaboración: SENAMHI



## b. Cultivo de maíz amiláceo

En general, las granizadas y las lluvias intensas son más perjudiciales durante el desarrollo de las hojas, el panojamiento y el espigamiento, debido a que la frecuencia de estos dos eventos extremos varía entre 25% y 41,7%. Asimismo, los pobladores locales manifiestan que las sequías tienen un mayor impacto durante la emergencia de las plántulas (37,5%), seguido muy de cerca de las fases fenológicas de floración (31,3%) y maduración de granos (31,3%) (Figura 58).

Figura 58. Percepciones locales sobre el impacto de los eventos climáticos extremos sobre la emergencia (EM), crecimiento vegetativo (CV), floración (FL) y maduración (MM) del cultivo de maíz amiláceo en el Departamento de Huancavelica

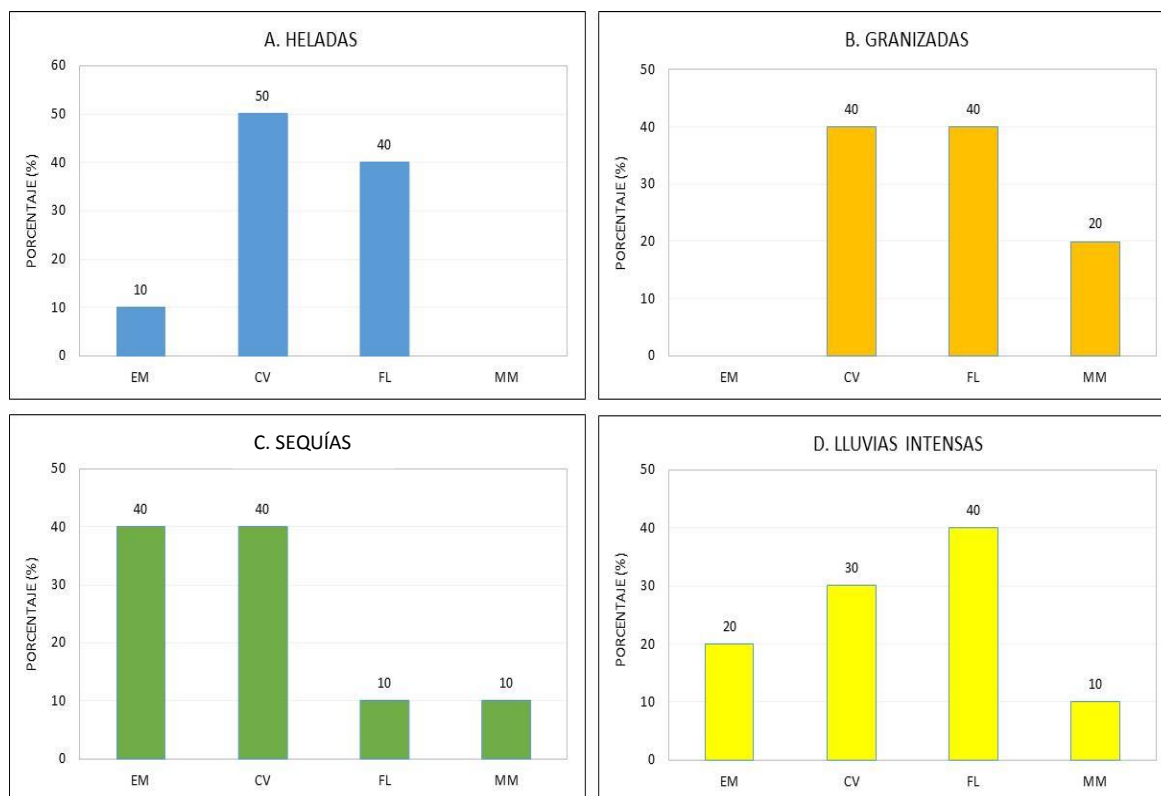


Fuente: Entrevista a productores agrarios del Departamento de Huancavelica. Total de encuestas: 51 (Pregunta con respuestas múltiples). Elaboración: SENAMHI

## c. Cultivo de arveja

La Figura 59 muestra que el efecto más perjudicial de las heladas, sequías y lluvias intensas ocurre principalmente durante el crecimiento vegetativo y floración, debido a que la frecuencia de respuestas dada por los productores locales oscila de 40% a 50%. Caso contrario ocurre con las sequías, porque este evento extremo muestra las mayores frecuencias de impacto durante las fases fenológicas de emergencia de las plántulas (40%) y desarrollo de hojas (40%).

Figura 59. Percepciones locales sobre el impacto de los eventos climáticos extremos sobre la emergencia (EM), crecimiento vegetativo (CV), floración (FL) y maduración (MM) del cultivo de arveja en el Departamento de Huancavelica

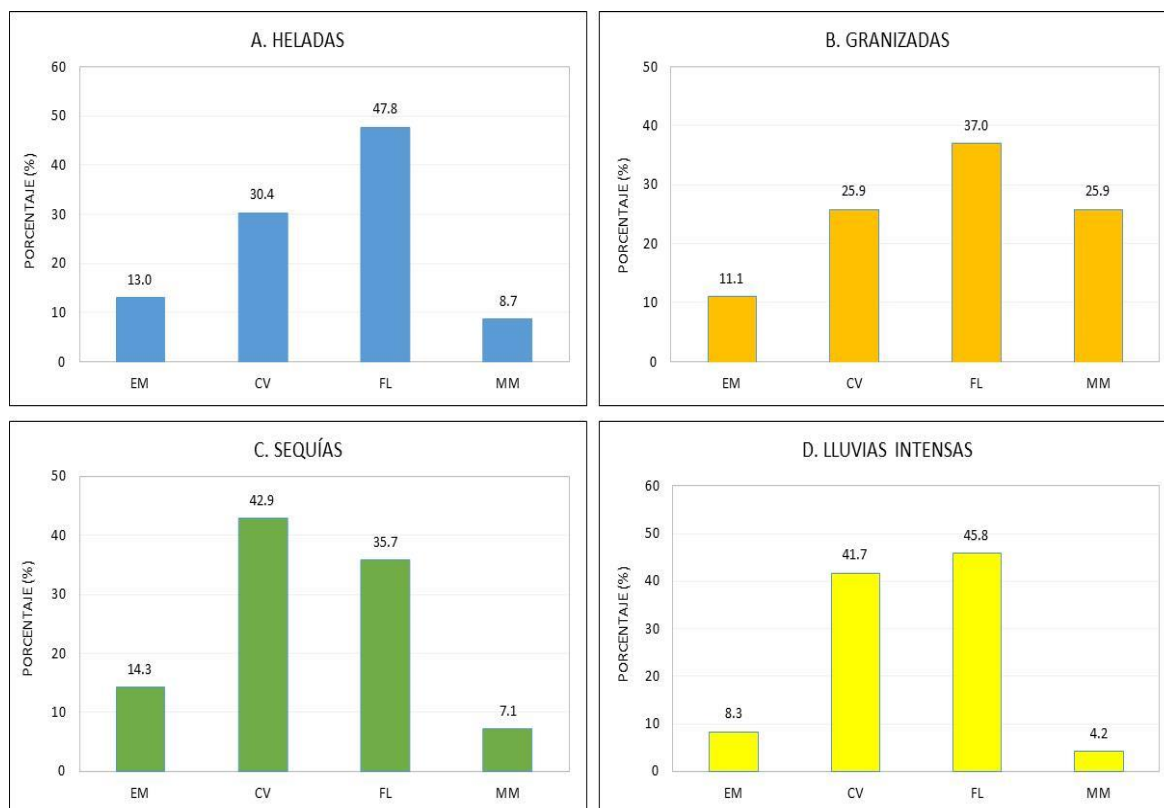


Fuente: Entrevista a productores agrarios del Departamento de Huancavelica. Total de encuestas: 51 (Pregunta con respuestas múltiples). Elaboración: SENAMHI

#### d. Cultivo de haba

La percepción de los pobladores locales es que todos los eventos extremos son más perjudiciales cuando se presentan durante el crecimiento vegetativo (25,9% a 42,9%) y floración (35,7% a 47,8%). En menor proporción manifiestan que hay un impacto sobre el cultivo cuando se presentan en las fases fenológicas de emergencia de plántulas (8,3% a 14,3%) y maduración (4,2% a 8,7%) (Figura 60).

Figura 60. Percepciones locales sobre el impacto de los eventos climáticos extremos sobre la emergencia (EM), crecimiento vegetativo (CV), floración (FL) y maduración (MM) del cultivo de haba en el Departamento de Huancavelica



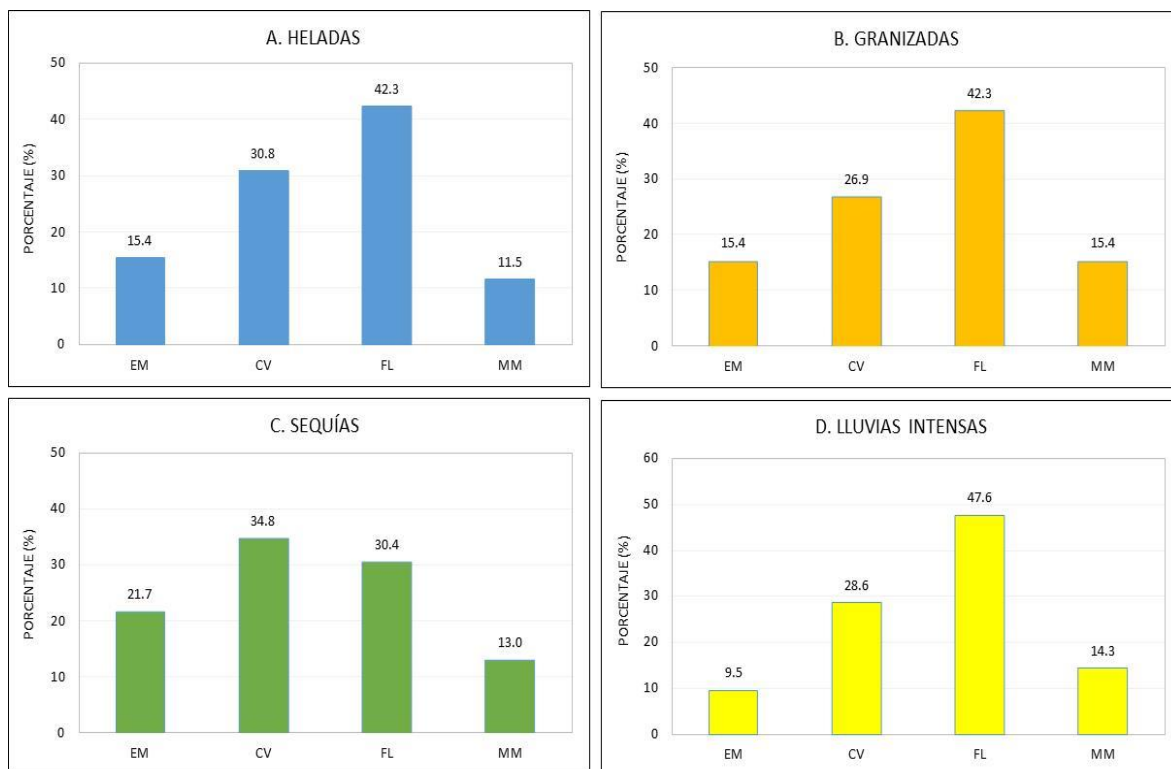
Fuente: Entrevista a productores agrarios del Departamento de Huancavelica. Total de encuestas: 51 (Pregunta con respuestas múltiples). Elaboración: SENAMHI

#### e. Cultivo de cebada

Según la percepción de los productores locales, las heladas afectan en mayor proporción a la floración (42,3%) y crecimiento vegetativo (30,8%); y en menor porcentaje a la emergencia (15,4%) y la maduración (11,5%). Así mismo, las granizadas pueden impactar más intensamente en la floración (42,3%).

Las lluvias intensas en períodos cortos son más perjudiciales en la floración (47,6%) y floración. En tanto, las sequías afectan todas las fases del cultivo, siendo principalmente su impacto en la etapa de crecimiento vegetativo (34,8%) (Figura 61).

Figura 61. Percepciones locales sobre el impacto de los eventos climáticos extremos sobre la emergencia (EM), crecimiento vegetativo (CV), floración (FL) y maduración (MM) del cultivo de cebada en el Departamento de Huancavelica



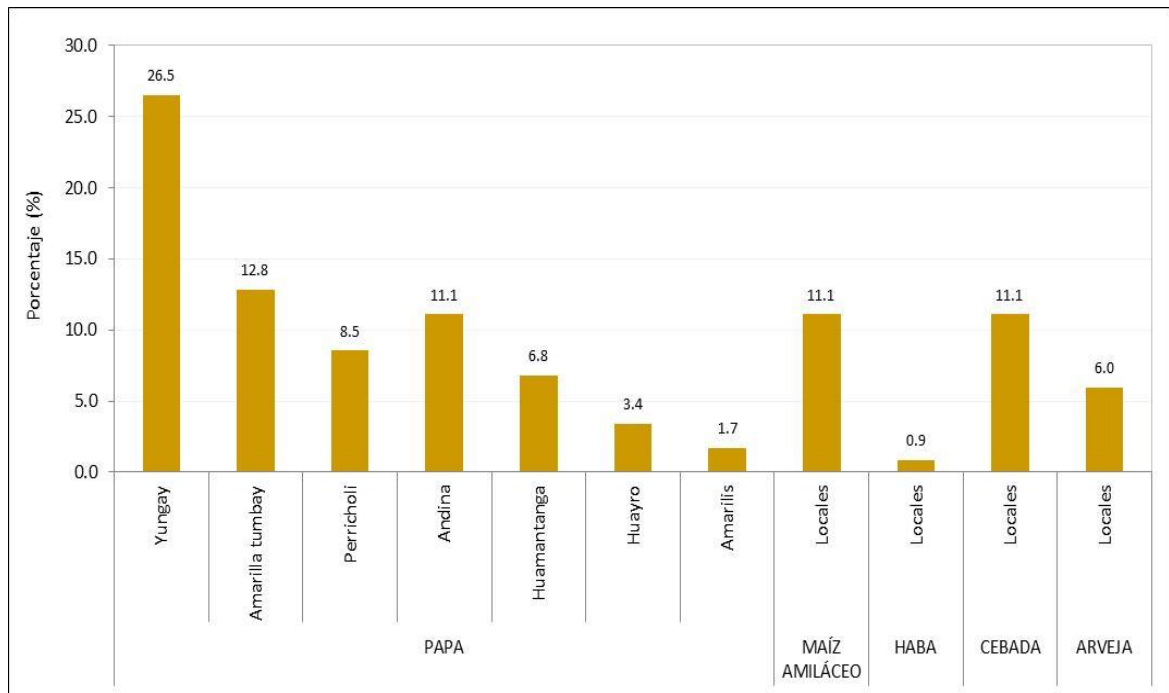
Fuente: Entrevista a productores agrarios del Departamento de Huancavelica. Total de encuestas: 51 (Pregunta con respuestas múltiples). Elaboración: SENAMHI

### 7.3 Percepción sobre variedades de cultivos adaptados a la variabilidad climática

Las variedades adaptadas están referidas a aquellas que presentan un amplio rango de adaptación medioambiental, resistencia a plagas y altos rendimientos.

En el cultivo de papa se tiene la “Yungay”, “Amarilla Tumbay”, “Perricholi”, “Andina”, “Huamantanga”, “Huayro” y “Amarilis”. Asimismo los pobladores locales manifiestan que las variedades “locales o criollas” de maíz amiláceo, haba, cebada y arveja son las que presentan un mayor rango de adaptabilidad en el área de estudio (Figura 62).

Figura 62. Variedades de cultivo de papa, maíz amiláceo, haba, cebada y arveja más adaptadas a la variabilidad climática en el Departamento de Huancavelica



Fuente: Entrevista a productores agrarios del Departamento de Huancavelica. Total de encuestas: 51 (Pregunta con respuestas múltiples). Elaboración: SENAMHI

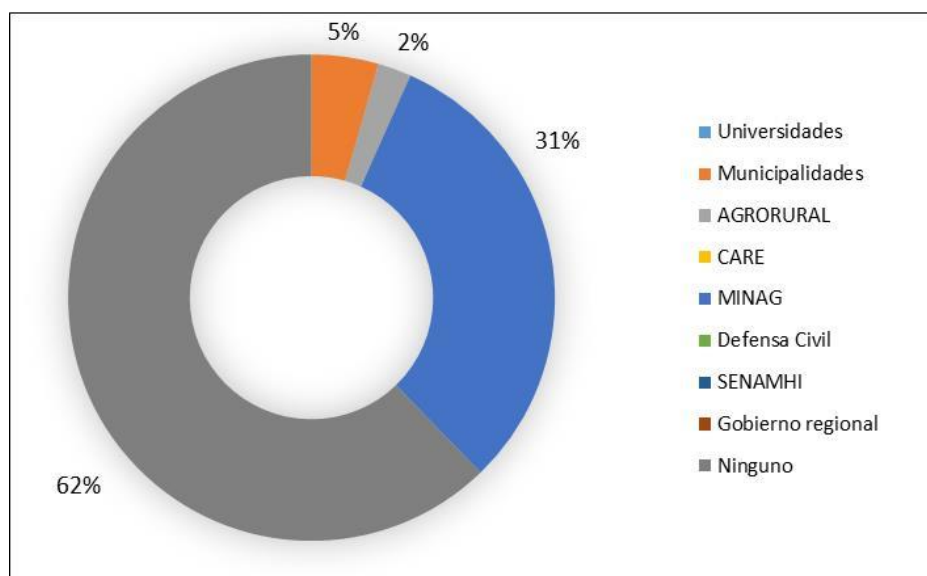
#### 7.4 Percepción sobre las instituciones que orientan o apoyan en caso de ocurrencia de daños por los eventos climáticos extremos

Los pobladores locales manifiestan que la presencia de instituciones públicas o privadas, en las zonas encuestadas, es escasa (62%) cuando ocurren daños por los eventos climáticos extremos.

Sin embargo existe un alto porcentaje de la población (31%), en áreas agrícolas cercanas a las grandes ciudades, que manifiesta que recibe el apoyo del MINAGRI a través de los seguros agrarios catastróficos o con apoyo de insumos (fertilizantes o abonos foliares) para contrarrestar el efecto de los eventos climáticos adversos (Figura 63).



Figura 63. Percepciones locales sobre el apoyo u orientación en caso de ocurrencia de daños por eventos climáticos extremos en el Departamento de Huancavelica



Fuente: Entrevista a productores agrarios del Departamento de Huancavelica. Total de encuestas: 51 (Pregunta con respuestas múltiples). Elaboración: SENAMHI

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcalde, M., Chio, R., Macera, C., Ríos, Z. y Rodríguez, M. (1990). Especies agrosilvopastoriles para la zona altoandina. Proyecto ARBOLANDINO. Pomata, Perú. 207 pp.

Allen, E.J. y Scott, R.N. (1980). An analysis of growth of the potato crop. J. Agric. Sci. Camb. Vol. (94): 583-606.

Altet, A. (2006). Determinación de zonas potenciales para el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) en los Departamentos de Cusco y Junín mediante el uso de teledetección. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Post Grado. Especialidad de Producción Agrícola Lima, Perú. 66 pp.

Amma, A., Gonzales, J., Riva, E., Bianchini, H., Bimboni, G., Mitidieri, I. (1987). Recomendaciones prácticas para el cultivo de arveja. Estación agropecuaria INTA. San Pedro, Argentina. 50 pp.

Amorós, W. (1979). Relación entre niveles de heterocigocidad y adaptación a los trópicos húmedos en papas autotetraploides. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Post Grado. Especialidad de Producción Agrícola Lima, Perú. 82 pp.

Arbizu, C. y Tapia, M. (1992). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. La agricultura andina: papas amargas. Colección FAO. Producción y protección vegetal. Roma, Italia. 399 pp.

Baldión, J. (1987). Conceptos básicos y métodos de cálculo del balance hídrico. HIMAT. Bogotá, Colombia. 43 pp.

Ballena, M. (1983). Cultivo de cebada y habas. Programa sectorial. Situación actual del cultivo de habas en el Perú. Puno-Perú.

Barreto, C. (1997). Análisis de la agricultura en la provincia de Jaúja. El caso de cultivo de cereales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima, Perú.

Bascur, G. (1993). En: Soberanía alimentaria y sistemas bolivianos andinos. Congreso Internacional de Cultivos Andinos XI. 2004. Cochabamba - Bolivia. Lenteja y el haba en América Latina: Su importancia, factores limitantes e investigación. Reporte Especial.

Berger, J. (1967). El Maíz, su producción y abonamiento. Kansas City. USA. 204 pp.

Borah, M. and Milthorpe, F. (1959). Growth of the Potato. Rp. Univ. Nottm. Sch. Agric. Nottm. pp. 41-45.

Burgos, J.J. (1963). Las heladas en la Argentina. Colección Científica del INTA. Buenos Aires, Argentina. Vol. 3. 388 pp.

Camarena, F., Chiappe, L., Huaranga, A. y Mostacero E. (2003a). Fundamentos técnicos para el monitoreo, reacondicionamiento y valorización de cultivos y crianzas. Cultivo de arveja y haba. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Camarena, F., Chiappe, L., Huaranga, A. y Mostacero E. (2003b). Manual del cultivo de Haba. Caritas diocesana-Huancavelica. Universidad Nacional Agraria La Molina y Fondo Italoperuano. Lima, Perú.

Canahua, A. (1998). Producción y promoción de semilla de papas amargas en Puno. CEDECUM-CIP. Puno, Perú. 42 pp.

Cao, W. and Tibbits, T. W. (1995). Leaf emergence on potato stems in relation to thermal time. Agron. J. 87: 474-477.

CARE. (2007). Cadenas productivas de arveja y haba: Una experiencia en Acobamba-Huancavelica. Programa Redes Sostenibles para la Seguridad Alimentaria-REDESA. Lima, Perú. 98 pp.

Carhuallanqui, S. (2012). Zonas de vida del Departamento de Huancavelica. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Proyecto: Fortalecimiento de capacidades para el ordenamiento territorial del Departamento de Huancavelica. Huancavelica, Perú. 39 pp.

CARITAS. (2004). Manual del cultivo de arveja. Caritas Huancayo, INIA, UNCP, Fondo Ítalo Peruano. Huancayo, Perú.

Caso, E. (2012a). Memoria del temático fisiografía. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Proyecto: Fortalecimiento de capacidades para el ordenamiento territorial del Departamento de Huancavelica. Huancavelica, Perú. 63 pp.

Caso, E. (2012b). Estudio de suelos de 7 provincias del Departamento de Huancavelica. Gerencia regional de recursos naturales y gestión del medio ambiente. Gerencia Regional de

Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Proyecto: Fortalecimiento de capacidades para el ordenamiento territorial del Departamento de Huancavelica. Huancavelica, Perú. 84 pp.

Caso, E. y Tobar, M. (2012). Informe temático de uso actual de las tierras. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Proyecto: Fortalecimiento de capacidades para el ordenamiento territorial del Departamento de Huancavelica. Huancavelica, Perú. 82 pp.

Casseres, E. (1969). Producción de Hortalizas. Editorial IICA. Primera Edición. Lima, Perú. 280 pp.

Celis, J. (1996). Incidencia de la sequía en el Perú: Estrategias para superar esta limitante. INIA, E.E. Baños del Inca. Trabajo compilado por Edmeades, G., Bänziger, M., Mickelson, H. y Peña, C. En Developing drought and low N-tolerant maize: proceedings of a symposium. CIMMYT. El Batán, México. pp. 63-65.

Cepeda, M. y Gallegos, G. (2003). La papa: El fruto de la tierra. Editorial Trillas. Primera edición. México. 251 pp.

Chávez, A. (2003). Producción de semilla de maíz amiláceo con el sector informal en Perú. INIA-DGPSA. Ponencia presentada en el Taller: Producción de semilla y agrobiodiversidad. Disponible en: <http://www.preduza.org/alexander.htm> (Fecha de consulta: Mayo 2014).

Chiappe, L. (1968). Cultivos alimenticios. Capítulo: Leguminosas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Copia mimeografiada. 118 pp.

Christiansen, J. (1967). El cultivo de la papa en el Perú. Primera edición. Lima, Perú. 342 pp.

CIP. (2008). La papa peruana. Proyecto INCOPA. CIP-COSUDE. Lima, Perú. 2 pp.

CIREN. (1989). Requerimientos de clima y suelo. Centro de Información de Recursos Naturales. Publicación CIREN N° 85. Santiago, Chile. 58 pp.

Clemente, E. (2012). Estudio temático de pisos altitudinales. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Proyecto: Fortalecimiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial del Departamento de Huancavelica. Huancavelica, Perú. 25 pp.

Clemente, E. (2013). Estudio temático: Cobertura vegetal. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Proyecto: Fortalecimiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial del Departamento de Huancavelica. Huancavelica, Perú. 55 pp.

Collantes, R. (2007). Comparativo del rendimiento y calidad de cultivares mejoradas de cebada (*Hordeum Vulgare* L.) en dos localidades de la sierra central del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima, Perú.

Coronel, R. (2000). Caracterización de líneas dobles haploides de cebadas (*Hordeum Vulgare*) bajo condiciones de La Molina. Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima, Perú.

- Cortbaoui, R. (1988). Siembra de papa. CIP. Boletín de información técnica N° 11. Lima, Perú. 19 pp.
- Coulombe, J. (1983). En: Curso: Cultivo de cebada y habas. INIPA y CIP XV. Programa sectorial de capacitación. Alternativas tecnológicas de cultivo de cebada grano en relación a sistemas de rotación de cultivos en Puno. Puno, Perú.
- De la Flor, E. (1969). Determinación de la temperatura óptima de germinación en semillas mejoradas de trigo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima, Perú. 62 pp.
- De la Torre, F. 2003. Efecto del ácido giberélico (AG3) sobre el rendimiento de grano y sus componentes en haba (*Vicia faba* L.) cultivar INIA 401 Cusco. Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis para optar el título de Magíster Scientiae. Lima, Perú.
- Del Carpio, R. (1983). Informe anual del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 80 pp.
- DGET. (1983). Manuales para producción agropecuaria, trigo, cebada y avena. Trillas. México.
- Dolores, O. (1996). Efecto de la fertilización fosfopotásica en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) var. Ballet en condiciones de sierra. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima, Perú. 99 pp.
- Doorenbos, J. y Kassam, A.H. (1979). Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje Núm. 33. FAO. Roma, Italia. 212 pp.
- DRA-Huancavelica. (2014). Estadísticas agrarias del Departamento de Huancavelica. Campañas 1999-00 al 2012-13. Dirección de Información Agraria. Huancavelica, Perú.
- Egúsquiza, R. (2000). La papa: Producción, transformación y comercialización. CIMAGRAF S.R.L. Primera edición. Lima, Perú. 106 pp.
- Ekanayake, I. (1994). Estudio sobre el estrés por sequía y necesidades de riego de la papa. CIP. Guía de investigación N° 30. Lima, Perú. 39 pp.
- Ezeta, F. (1986). Aspectos fisiológicos de la producción de papa. V curso internacional sobre el cultivo de papa con énfasis en la producción de semilla. Huancayo, Perú. 29 pp.
- Falconi, J. (2001). El trigo invernal en región altoandina del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima, Perú. 201 pp.
- FAO (1975). Estudio agroclimático de la zona andina. Autores: Frere, M., Rijks J.Q. y Rea J. Proyecto FAO/UNESCO/OMM. Informe Técnico. 375 pp.
- FAO. (1994). ECOCROP I. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Roma, Italia.
- FAO. (2006a). World Reference Base For Soil Resources. A framework for international classification, correlation and communication.

FAO. (2006b). Evapotranspiración del cultivo. Estudio FAO Riego y Drenaje 56. Roma, Italia. 301 pp.

Feller, C., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Hess, M., Klose, R., Meier, U., Stauss, R., Van den Boom, T., Weber, E. (1995) Phänologische entwicklungsstadien von gemüsepflanzen: I. Zwiebel, wurzel, knollen and blattgemüse. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 47: 193-206.

Gómez, Y. (1996). Efecto de tres niveles de humus de lombriz y de estiércol de vacuno en un cultivo de arveja en la comunidad campesina de San Pedro de Casta (cuenca del río Santa Eulalia). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. 108 pp.

Gómez, L. (2005). Curso de cereales menores y granos nativos. Universidad Nacional Agraria La Molina-Facultad de Agronomía. Lima, Perú.

Haverkort, A. J. (1982). Manejo del agua en la producción de papa. Boletín de Información Técnica 15. Centro Internacional de la Papa-CIP. 22 pp.

Huamán, A. (2001). Efecto de la fertilización nitrogenada y sistemas de cultivo en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) var. Remate en condiciones de costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima, Perú. 113 pp.

Huanco, V. (1991). Potencial de las papas amargas en el altiplano de Perú. INIAA-Puno. Mesa Redonda: Perú-Bolivia. La papa amarga. La Paz, Bolivia. pp. 25-26.

Huerta, A. (1987). El sistema de cultivo de papa en las comunidades altoandinas de Yauyos. Ponencia presentada en el Seminario: Sistemas agrarios. En: Políticas agrarias y estrategias campesinas en la cuenca de Cañete. Lima, Perú. pp. 129-159.

James, L. (1988). Principles of farm irrigation system design. John Wiley and Sons, Inc. USA. 543 pp.

Jara, J. (1993). Cultivo de trigo en la sierra del Perú. INIAA. Manual técnico. Lima, Perú. 69 pp.

Hack, H., H. Gall, Th. Klemke, R. Klose, U. Meyer, R. Stauss, and A. Witzemberger (1993). Phänologische Entwicklungsstadien der Kartoffel (*Solanum tuberosum* L.). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala mit Abbildungen. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 45:11-19.

Horque, D. (1990). En: Seminario Mejoramiento y sistemas de producción de Haba XII. Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. IICA Pasto-Colombia, 1990. Informe sobre la producción e investigación en el cultivo de habas (*Vicia faba* L.) en el Perú. Lima, Perú.

Huamán, L. (2012). Densidad de infraestructura de riego. Gobierno Regional de Huancavelica. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Proyecto: Fortalecimiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial del Departamento de Huancavelica. Huancavelica, Perú. 37 pp.



Huerta, A. (1987). El sistema de cultivo de papa en las comunidades altoandinas de Yauyos. Ponencia presentada en el Seminario: Sistemas agrarios. En: Políticas agrarias y estrategias campesinas en la cuenca de Cañete. Lima, Perú. pp. 129-159.

INEI. (1994). III Censo Nacional Agropecuario. Cuadros estadísticos. Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/bcoCuadros/IIICenagro.htm> (Fecha de consulta: Mayo 2014).

INEI (2011). Huancavelica: Compendio Estadístico Agrario de la Región Huancavelica 2000-2009. Gobierno Regional de Huancavelica. Dirección de Información Agraria. Tomo I. Disponible en: <http://es.calameo.com/read/0000750861e065b078c1f> (Fecha de consulta: Agosto del 2014).

INEI. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Base de datos REDATAM. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/> (Fecha de consulta: Mayo 2014).

INEI. (2013). Compendio Estadístico del Perú. Sistema Estadístico Nacional. Tomo I. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú. 1523 pp.

INEI (2014). Directorio Nacional de Municipalidades Provinciales, Distritales y de Centros poblados. Disponible en: [http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1159/index.html](http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1159/index.html) (Fecha de consulta: Agosto 2014).

INIPA-GTZ. (1983). Producción y comercialización de la cebada y demás cereales menores en la sierra del Perú. Proyecto: Fomento de la producción de cebada y otros cereales como sustitutos del trigo en la nutrición humana. Lima, Perú.

Jara, J. (1993). Cultivo de trigo en la sierra del Perú. INIAA. Manual técnico. Lima, Perú. 69 pp.

Kamisato, J. (1996). Evaluación de cinco genotipos de cebada bajo dos modalidades de siembra, en surcos y al voleo y dos densidades, bajo condiciones del valle de Mantaro. Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima, Perú.

Lancashire, P.D., H. Bleiholder, P. Langeluddecke, R. Stauss, T. van den Boom, E. Weber; A. Witzén-Berger (1991). A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. Appl. Biol.* 119 (3): 561-601.

Ledesma, M. (2000). Climatología y meteorología agrícola. Editorial Paraninfo. 451 pp.

Lesur, L. (2005). Manual del cultivo de maíz: Una guía paso a paso. Editorial Trillas. Primera edición. México. 80 pp.

Llacsá, J. (2008). Conservación de los suelos y diversidad: El caso de los Mañay en Pitumarca. *Revista de Agroecología-LEISA*. pp. 32-354.

Loayza, D. (1993). Evaluación de dos tipos de mulch en los regímenes de humedad, temperatura del suelo y el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Tomasa Condemayta. Tesis para optar el título de Ingeniero Meteorólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias. Lima, Perú. 84 pp.

López, C., Egúsqüiza, R. y Villagómez, V. (1980). Cultivo de la papa. CENCIRA. Lima, Perú. 196 pp.

- López, C. (1990). Determinación del uso consuntivo para cuatro cultivos en el Proyecto Majes- Arequipa. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima, Perú. 61 pp.
- López, L. (1991). Cereales. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. Vol. (1): 307-394.
- Manrique, A. (1988). El maíz en el Perú. Fondo del libro, Banco Agrario. Lima. ONA. Perú: Maíz amiláceo en cifras 1970-1985 y anexo 1986-87. Lima, Perú.
- Manrique, A. (1997). El maíz en el Perú. CONCYTEC. Segunda edición. Lima, Perú. 343 pp.
- Martin, R. and Jamieson. (1996). Effect of timing and intensity of drought on the growth and yield of field peas (*Pisum sativum*). New Zeland Journal of Crop and Hort. Sci. (N.Z.). Vol. (24):167-174.
- Medina, L. (1992). Ensayo comparativo de dos variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) con distintas modalidades y densidades de siembra en condiciones de costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima, Perú. 94 pp.
- Menacho, E. (1992). Pronóstico de temperatura y precipitación y elaboración del calendario agrícola para Huayao-Huancayo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis de Ing. Meteorólogo. Lima, Perú.
- Mendoza, A. (2007). Papa industrial en los valles interandinos. INCAGRO-IDESI. Manual técnico. Huánuco, Perú. 31 pp.
- Midmore, D. (1988). Fisiología de la planta de papa bajo condiciones de clima cálido. Guía de Investigación N° 24. CIP. Lima, Perú. 16 pp.
- MINAG. (2012). Maíz amiláceo: Principales aspectos de la cadena agroproductiva. DGCA-DIA. Lima, Perú. 38 pp.
- MINAG (2013). Trigo: Principales aspectos de la cadena agroproductiva. DGCA-DIA. Lima, Perú. 28 pp.
- MINAGRI. (2014). Estadísticas agrarias del Departamento de Huancavelica. Campañas agrícolas 1999-00 al 2012-13. Dirección de Estadística e Información Agraria-Unidad de Estadística. Lima, Perú.
- MISTI. (2001). Buena cosecha: Consideraciones generales en la fertilización del cultivo de papa. Departamento Técnico-Corporación Misti. Lima, Perú. 12 pp.
- Molina, J., Mairena, B. y Nicaragua, K. (2004). Guía MIP en el cultivo de papa. INTA. Primera edición. Managua, Nicaragua. 60 pp.
- Montaldo, A. (1984). Cultivo y mejoramiento de la papa. IICA. San José, Costa Rica. 676 pp.
- OMM. (1992): Vocabulario meteorológico internacional. Organización Meteorológica Mundial. Segunda edición, OMM N° 182. Ginebra, Suiza.
- Ochoa, C. (2001). Las papas de Sudamérica: Bolivia. IFEA-COSUDE-CIP. Primera edición. La Paz, Bolivia. 535 pp.

- Ochoa, A. (2009). Influencia de la temperatura y precipitación en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) cv San Gerónimo y Blanco Urubamba en el valle del Mantaro. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Agronomía. Huancayo, Perú. 73 pp.
- Orellana, A. y De la Cadena J. (1985). Cultivo del haba. Quito-Ecuador.
- Paredes, A. (1982). Evaluación de 3 grupos de arveja (*Pisum sativum* L.) para grano verde y seco en la costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima, Perú. 90 pp.
- Parsons, D. (1987). Chíncharo. Área: producción vegetal, 12. Manuales para educación agropecuaria. Editorial Trillas. 112 pp.
- Paytan, M. (2012b). Descripción del estudio de geoformas de Huancavelica. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Proyecto: Fortalecimiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial del Departamento de Huancavelica. Huancavelica, Perú. 18 pp.
- Perales, A. (2011). Manejo de suelos en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) para una agricultura sustentable. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima, Perú. 198 pp.
- Prats, J. y Grandcourt, M. (1969). Los Cereales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 351 pp.
- Puertas, F. (2002). Interacción entre la fertilización nitrógeno fosfatada y la densidad de siembra en el rendimiento y calidad choclera del maíz (*Zea mays* L.) cv San Gerónimo en el valle del Mantaro. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Post Grado. Especialidad de Producción Agrícola Lima, Perú. 62 pp.
- Quevedo, K. y Sánchez, K. (2009). Comparación entre dos métodos de interpolación para la estimación de la temperatura del aire aplicando técnicas geoestadísticas. Revista Peruana Geo-Atmosférica RPGA (1), 90-107.
- Rea, J. (2003). En: Soberanía Alimentaria y Sistemas Bolivianos Andinos. Congreso Internacional de Cultivos Andinos XI. 2004. Cochabamba-Bolivia. Biodiversidad de plantas alimenticias de Bolivia.
- Rivera, U. (1973). Estudio comparativo de rendimiento entre variedades de habas. Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima, Perú.
- Rojas, G. (1999). Efecto de la fertirrigación N-P-K en cuatro cultivares de arveja china (*Pisum sativum* var. *saccharatum*) bajo riego por goteo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima, Perú. 102 pp.
- Rojo, W. (2006). CropKit: Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad papa. SQM. The Worldwide Business Formula. Santiago, Chile. 87 pp.
- Romero, L. (1990). Manual técnico del cultivo de trigo primaveral. Universidad Nacional Agraria La Molina. Programa de Cereales. Lima, Perú. 26 pp.

- Ruiz, J., Medina, G., Gonzales, I., Ortiz, C., Flores, H., Martínez, R. y Byerly, K. (1999). Requerimientos agroecológicos de cultivos. INIFAP. México. pp. 74-178.
- Salinas, E. (2010). Aptitud agrícola en el Corredor Mantaro. FOVIDA.
- Santibáñez, F. (1994). Crop requirements: Temperate crops. In: Handbook of agricultural meteorology. J. F. Griffiths (Ed). Oxford Univ. Press. New York, USA. pp. 174-18.
- Schrooder, R. (1966). Algunas ideas sobre la preparación de un mapa de distribución anual de la precipitación en el Perú. En boletín del Centro de Estudios Meteorológicos del Perú. 9 (1). Junio 1966. p. 3.
- Sedano, R. (2008). Potencial de desarrollo en la sierra peruana. Ponencia presentada en el Congreso de la papa. Huancayo. Disponible en: <http://www.minag.gob.pe/congreso-de-la-papa/congreso-de-la-papa/2.html> (Fecha de consulta: Mayo 2014).
- SENAMHI. (2010). Atlas de heladas del Perú. Publicado por la FAO. Lima, Perú. 130 pp.
- SENAMHI. (2013). Atlas climático en la cuenca del río Urubamba-Proyecciones para el 2030. Proyecto Acelerado del Retroceso Acelerado de los Andes Tropicales- PRAA. Lima, Peru. 166 pp.
- SENAMHI (2014). Sistema fenológico de cultivos-FenoSys.
- SIAR (2014a). Mapa hidrológico de Huancavelica. Disponible en: <http://siar.regionhuancavelica.gob.pe/index.php?accion=verMapa&idElementoInformacion=470&verPor=&idTipoElemento=41&idTipoFuente=&idfuenteinformacion=36> (Fecha de consulta: Agosto 2014).
- SIAR (2014b). Mapa fisiográfico de Huancavelica. Disponible en: <http://siar.regionhuancavelica.gob.pe/index.php?accion=verMapa&idElementoInformacion=467&verPor=&idTipoElemento=41&idTipoFuente=&idfuenteinformacion=36> (Fecha de consulta: Agosto 2014).
- Smith, O. (1977). Potatoes: production, storing, processing. 2nd. Edition The Avi. Publ. Co. West Port. Connecticut. 776 pp.
- Soil Survey Division Staff (1993). Soil survey manual. Soil conservation service. U.S. Departament of agroculture handbook 18. Rev. 2010. EEUU.
- Stewart, B.A y Nielsen, D.R. (1990). Irrigation of agricultural crops. ASA, CSSA, SSSA Publishers. Monograph N° 30. Madison, Wisconsin, USA. 2118 pp.
- Tapia, M. y Fries, R. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO-ANPE. Lima, Perú. 209 pp.
- Thorntwaite, C.W. y Mather, J.R. (1957). Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Publication in Climatology. Vol. (10): 185-311.
- Torres, R. (2011). Comunicación personal. Especialista del PNIA en raíces y tuberosas. INIA-EEA Santa Ana. Huancayo, Perú.

Trebejo, I. y Díaz, A. (1998). Análisis de la precipitación en el Perú durante 1993 a 1997. SENAMHI. 108 pp.

University of Reading. (2014). Instat version 3.36. Statistical Service Centre. Disponible en: [http://www.reading.ac.uk/ssc/n/n\\_instat.htm](http://www.reading.ac.uk/ssc/n/n_instat.htm) (Fecha de consulta: Mayo 2014).

Valdez, A. (1977). Adaptación y requerimientos ambientales del maíz. I Curso de maíz amiláceo en la sierra. Lima, Perú. pp. 48-53.

Valadez, L. (1992). Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México. 298 pp.

Valdiviezo, L. y Montoya, R. (1985). Estudios básicos para el programa de control biológico en maíz en el Callejón de Huaylas. IICA Perú-INIPA. Publicación miscelánea N° 619. Lima, Perú. 33 pp.

Villegas, E. y Rosas V. (1989). Topoclimatología de las temperaturas mínimas y frecuencia de heladas. En: Estudio Agrometeorológico del valle del río Mantaro. Dirección General de Agrometeorología. SENAMHI. Lima, Perú. pp. 25-95.

Van Dam, J., Kooman, P.L. and Struik, P.C. (1996). Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tubers in potato (*Solanum tuberosum* L.). Potato research. Vol. (39): 51-62.

Wells, N. (2003). Documentation of the original and self-calibrating Palmer Drought Severity Index used in the Nat. Agr. Decision Support System. University of Nebraska, Lincoln. USA.

Weber, E. and H. Bleiholder (1990). Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Maíz, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse-mit Abbildungen. Gesunde Pflanzen 42: 308-321.

Wilhite, D. A. and Glantz, M. H. (1985). Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. Water International 10: 111-120.

Villanueva, R. (1974). Cultivo de trigo en el Perú. Ministerio de Agricultura. DGPA. Boletín N° 23. Lima, Perú.

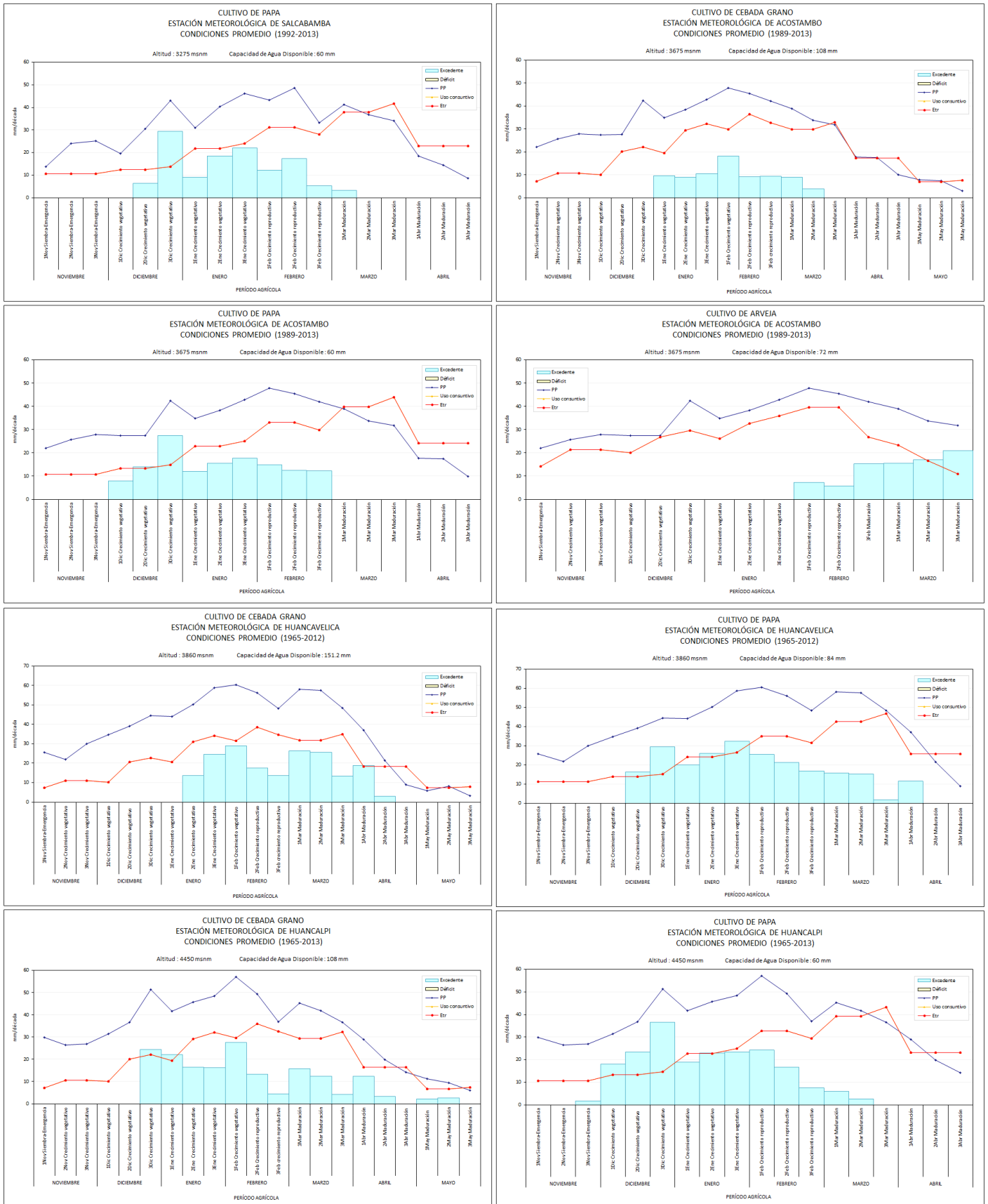
Yuste, P. (1997). Horticultura. In: Biblioteca de la agricultura. Idea Books. Barcelona, España. pp: 531-768.

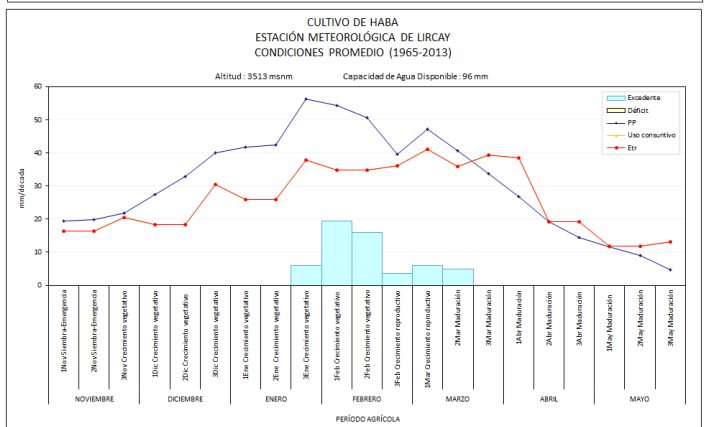
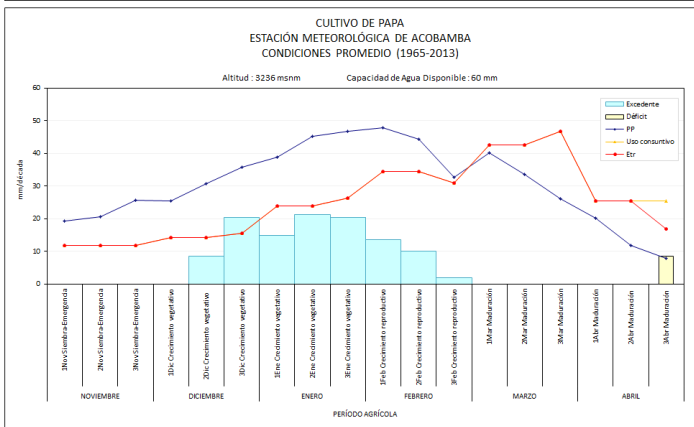
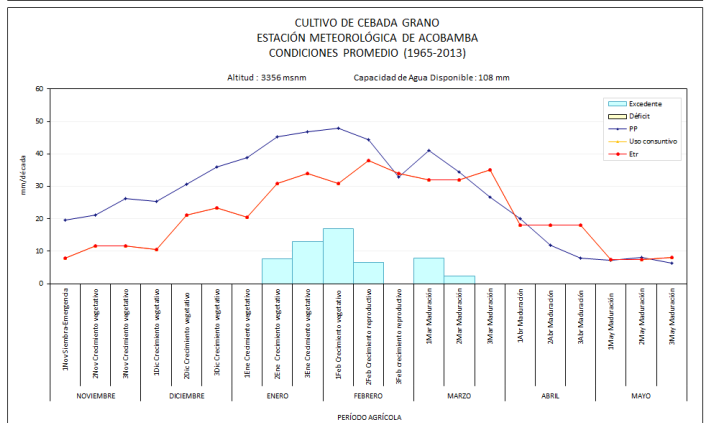
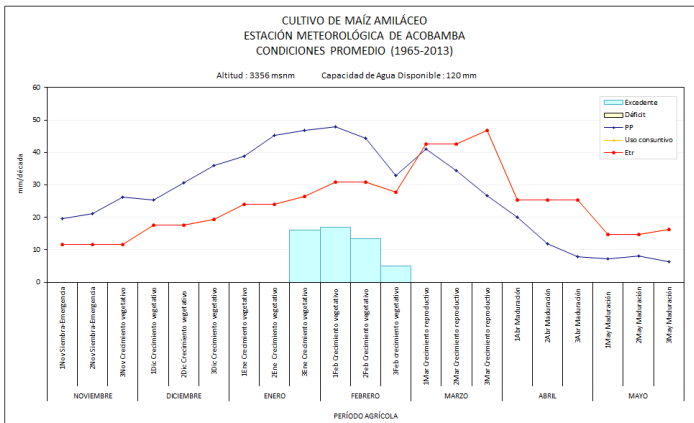
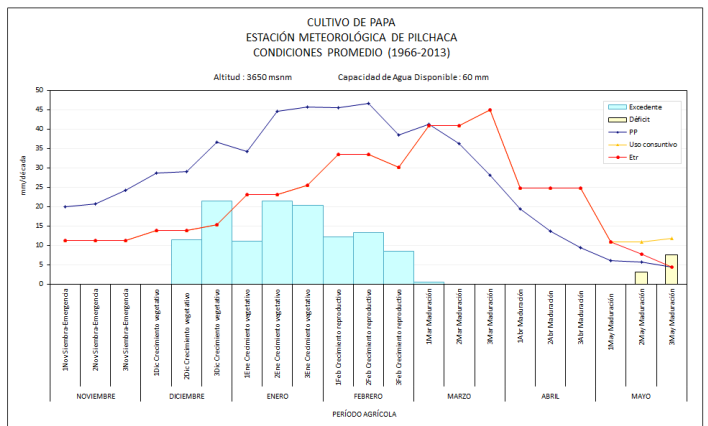
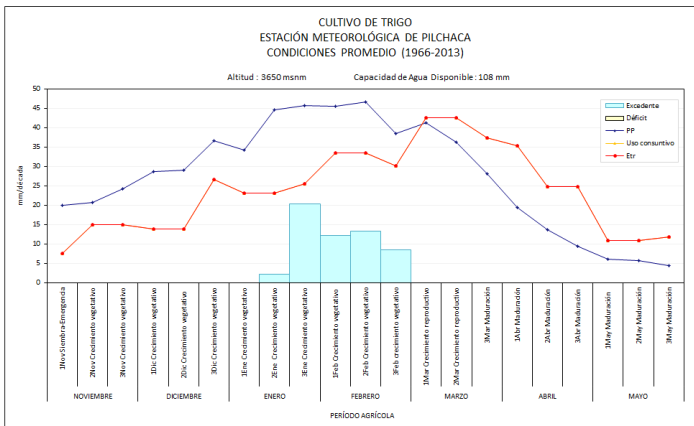
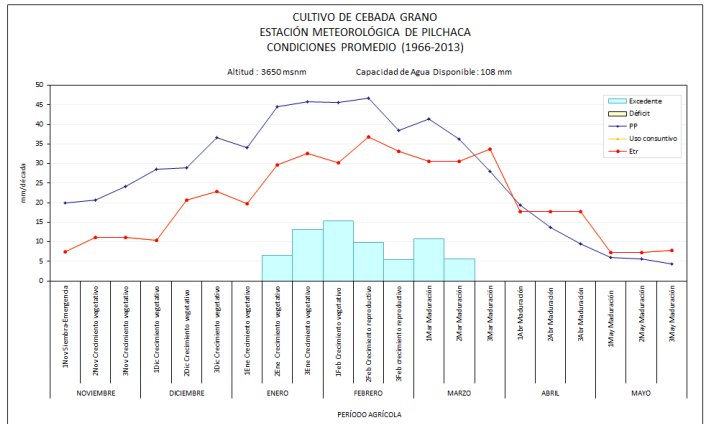
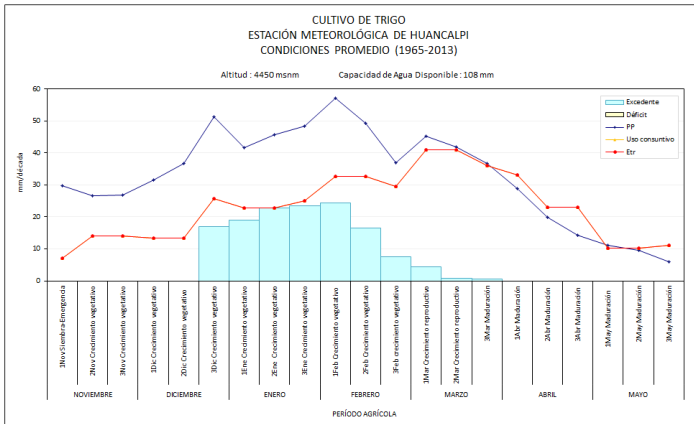
Zarak, A. (1963). Estudio comparativo de calidad de 24 variedades e híbridos de trigo sembrados en la costa y sierra. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima, Perú. 98 pp.

ZEE-Huancavelica (2014). Archivo shape: Cuencas hidrográficas. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Proyecto: Fortalecimiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial del Departamento de Huancavelica.

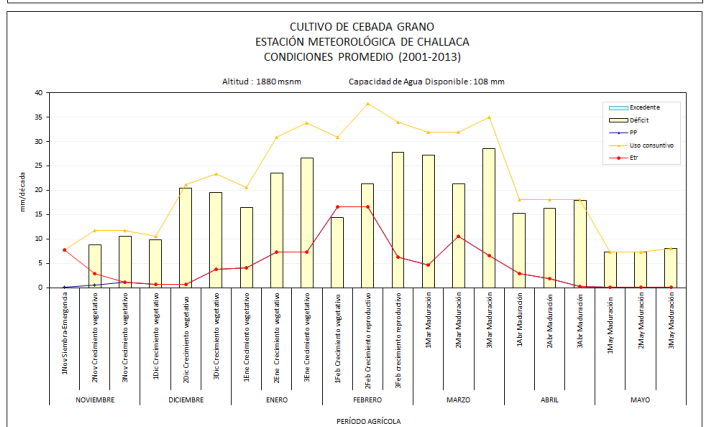
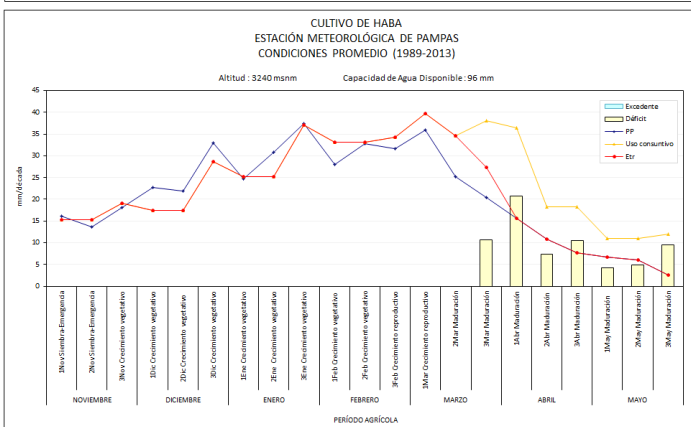
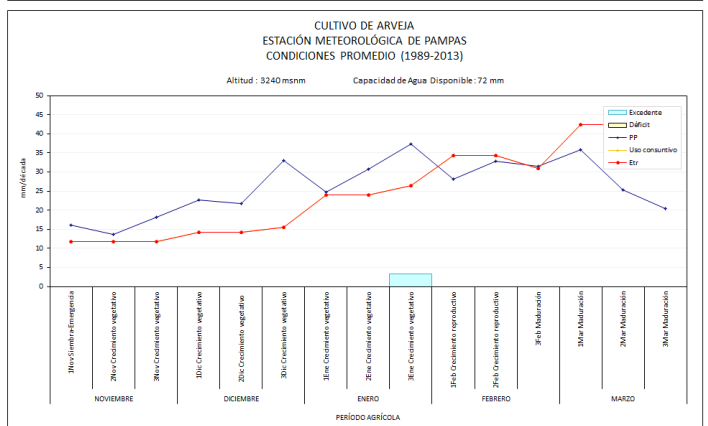
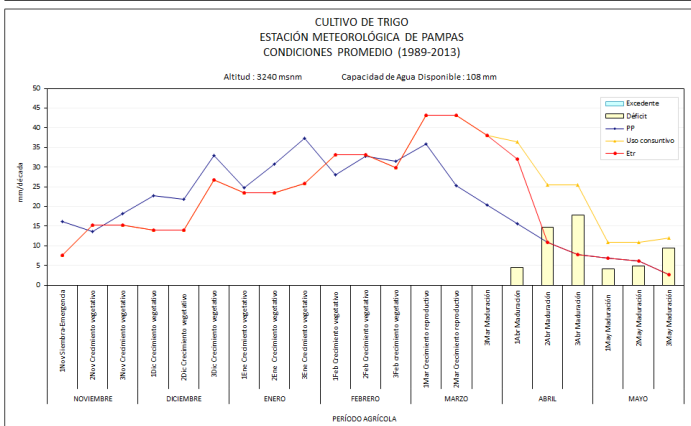
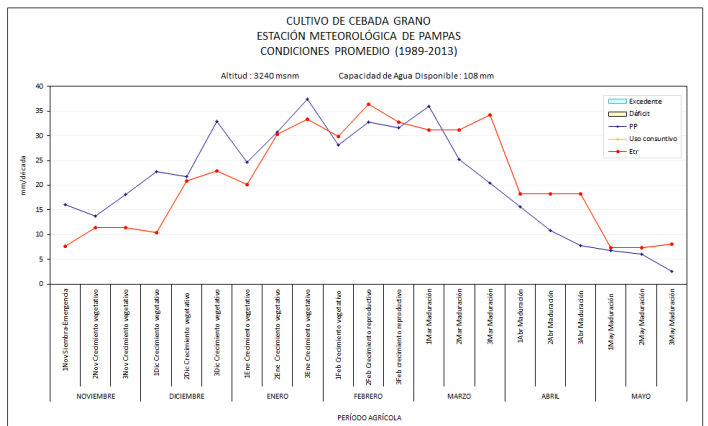
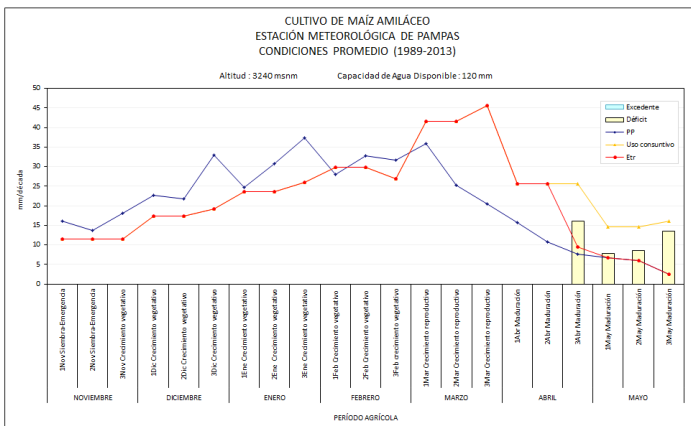
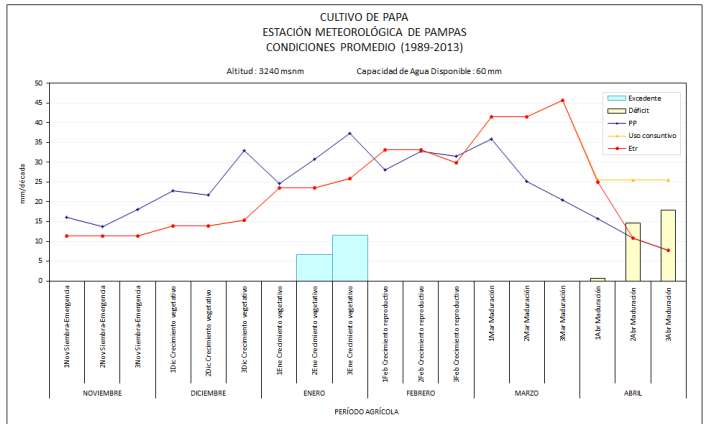
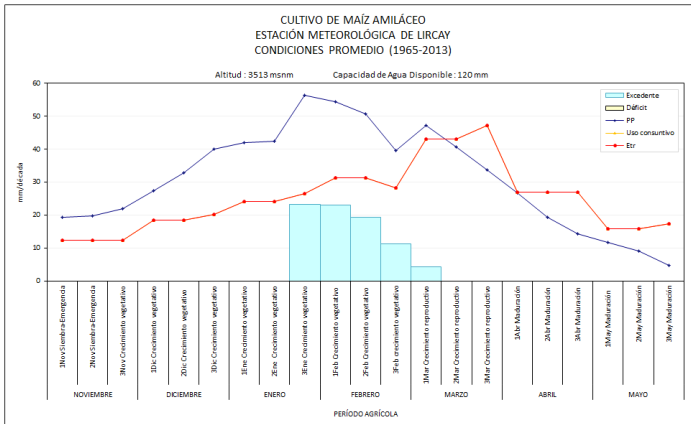


## Anexo 1. Balance hídrico para los cultivos priorizados en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica, bajo condiciones promedio

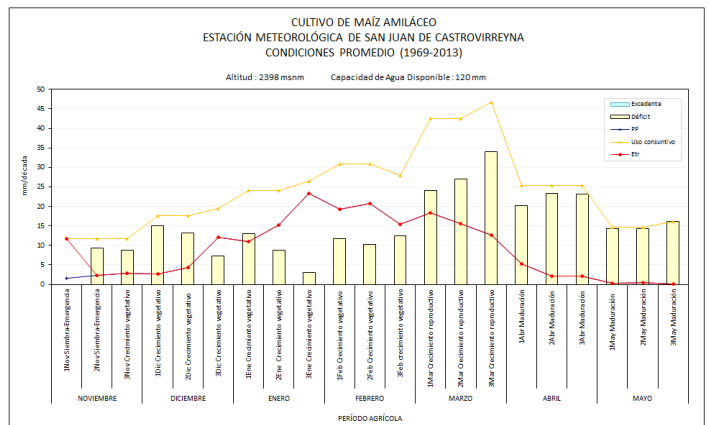
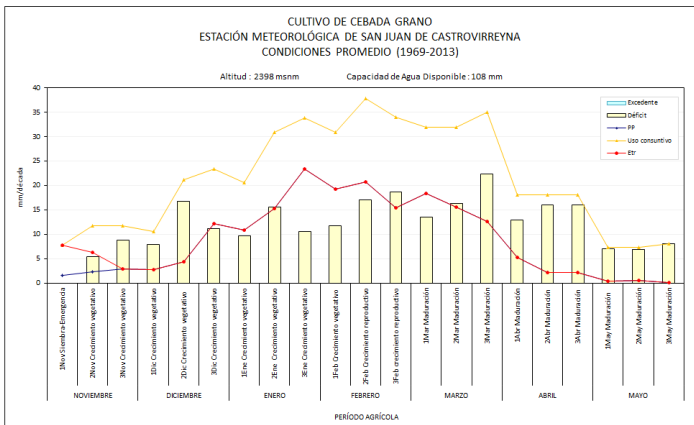
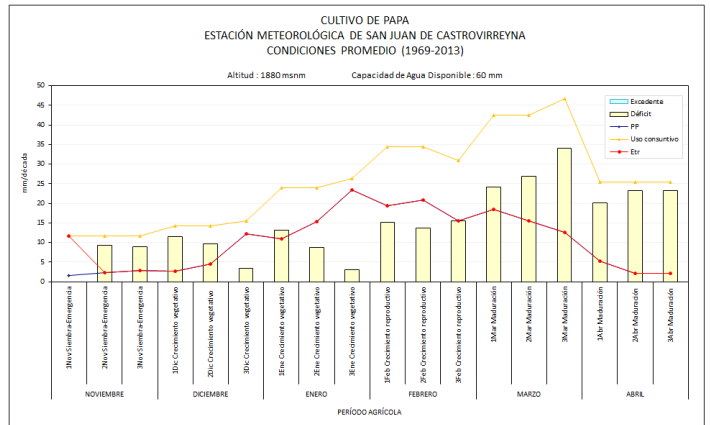
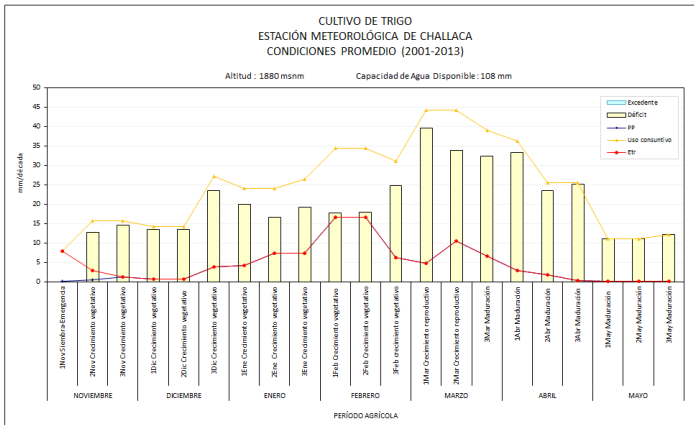
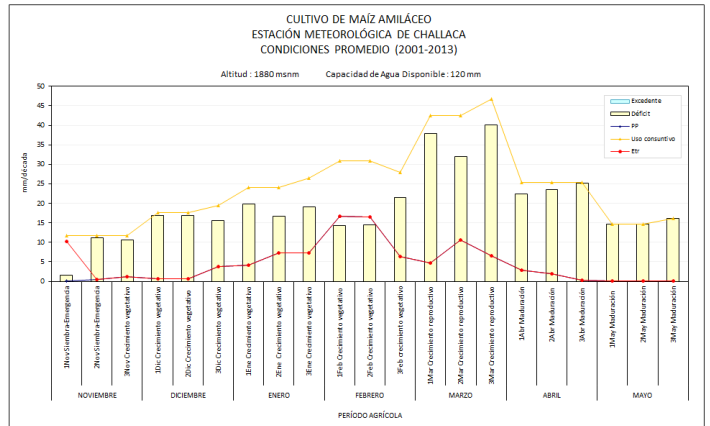
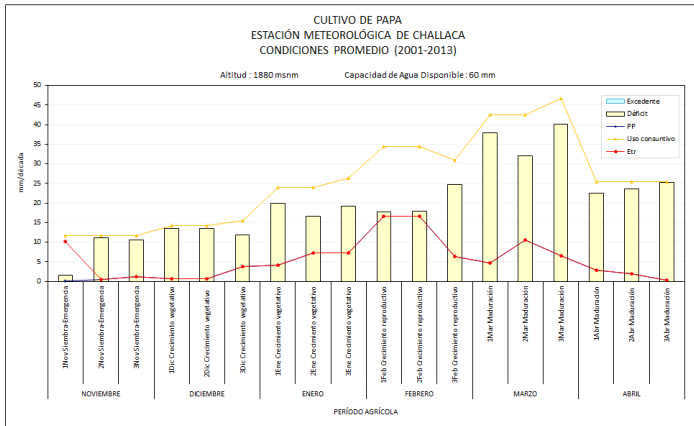




Fuente: Elaboración SENAMHI

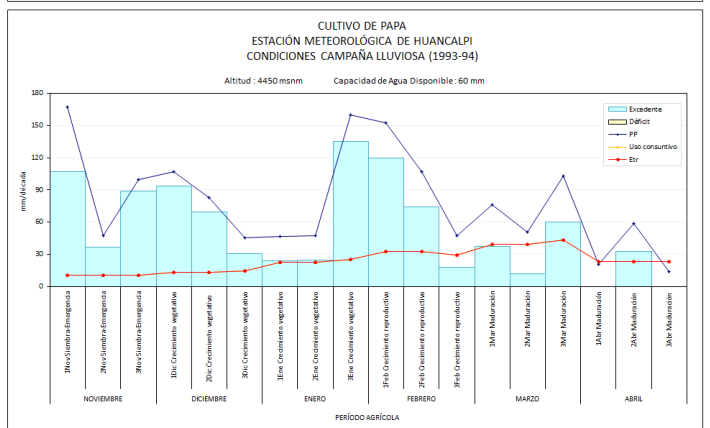
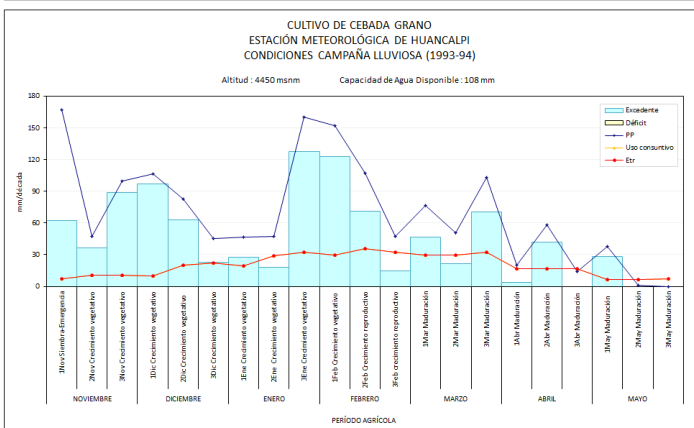
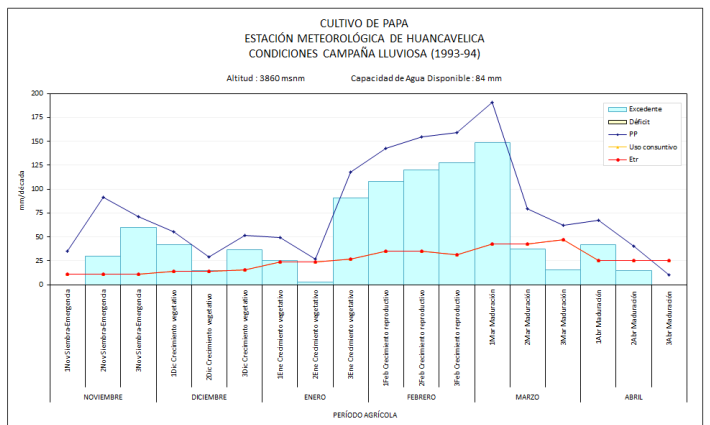
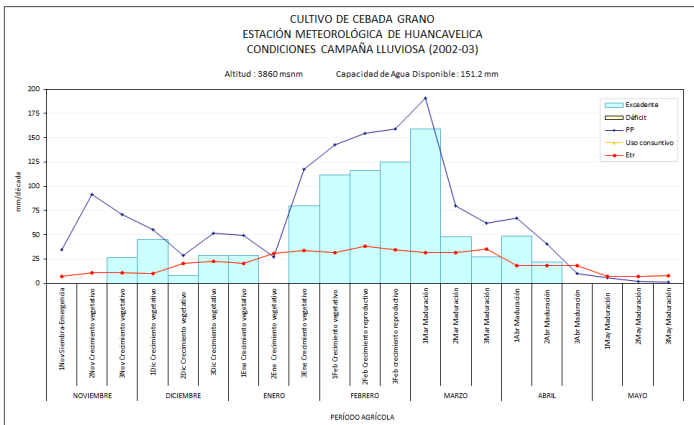
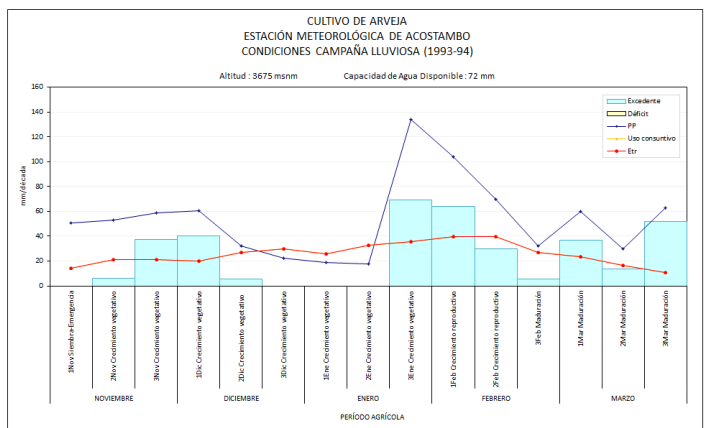
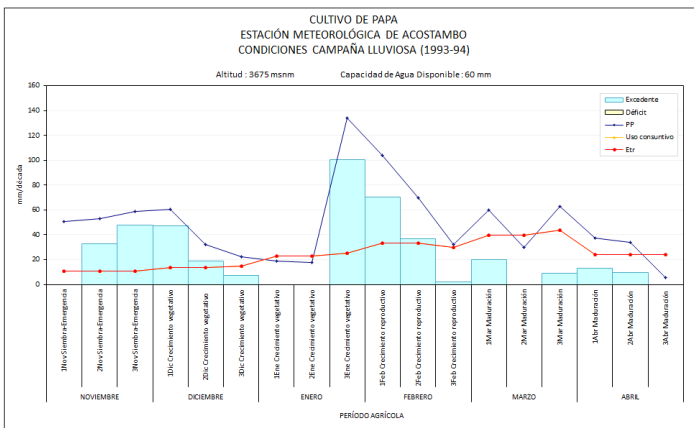
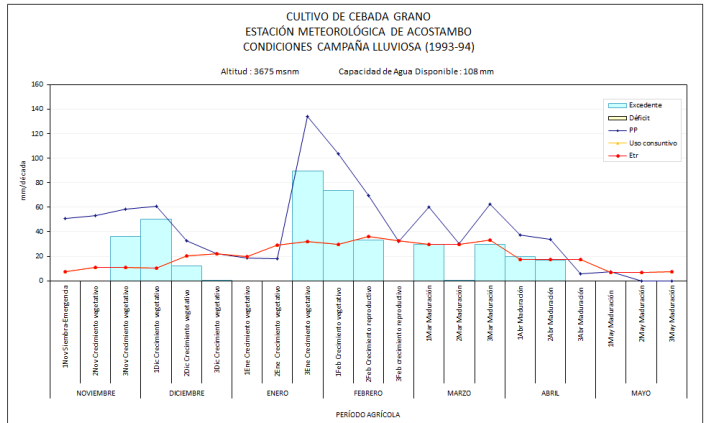
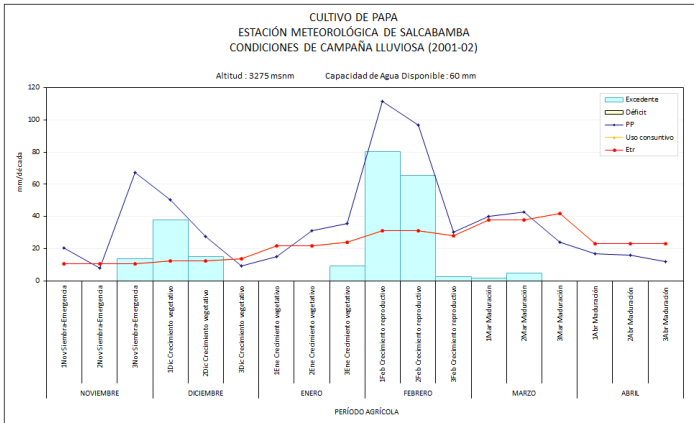


Fuente: Elaboración SENAMHI

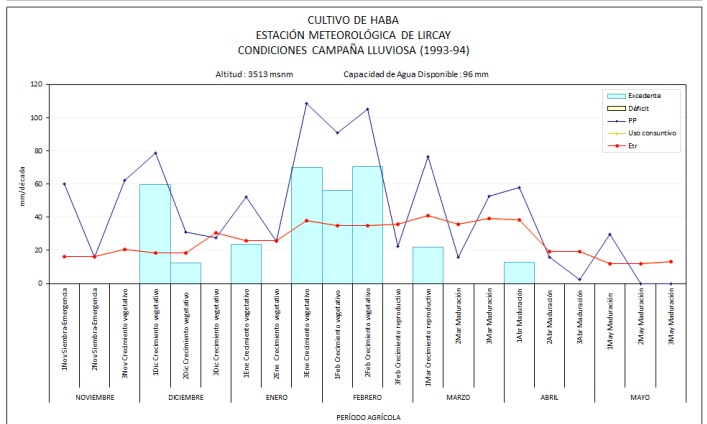
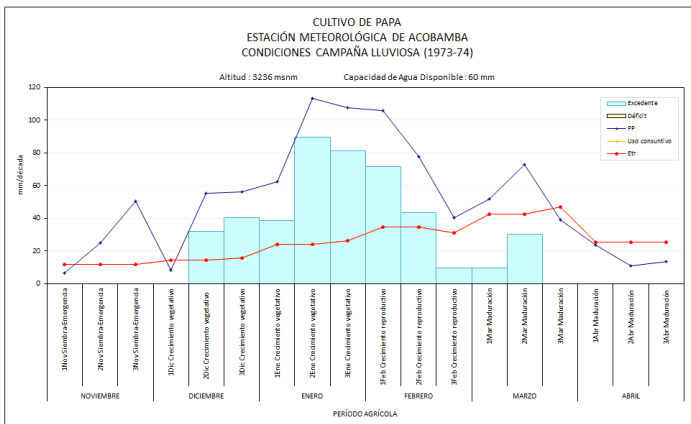
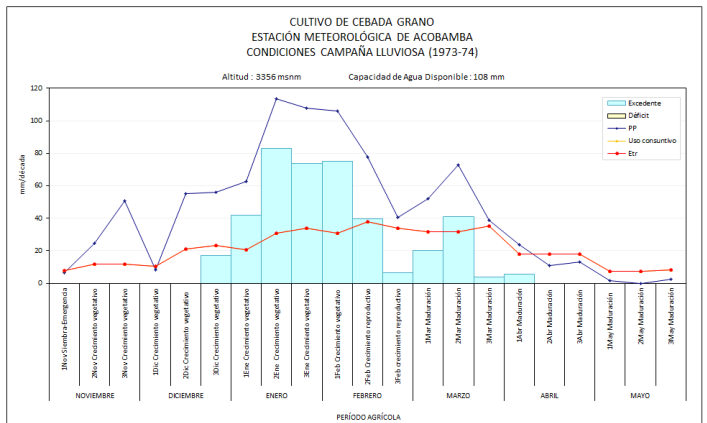
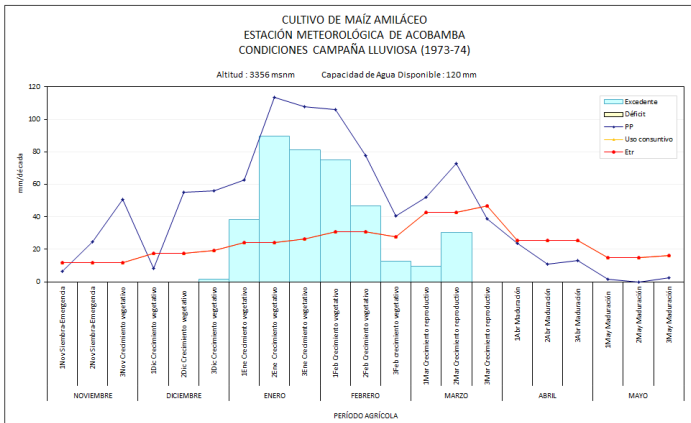
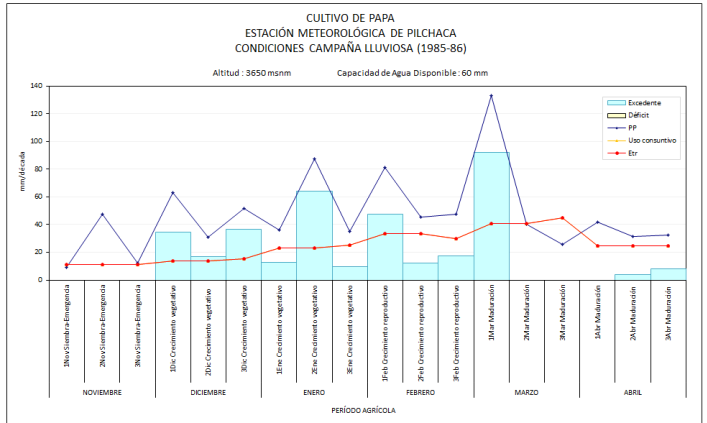
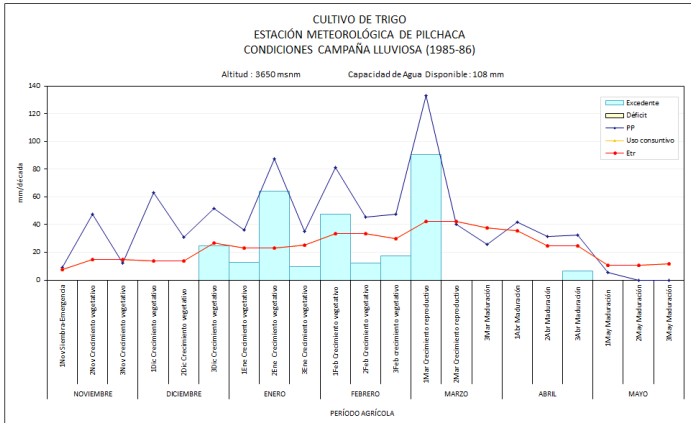
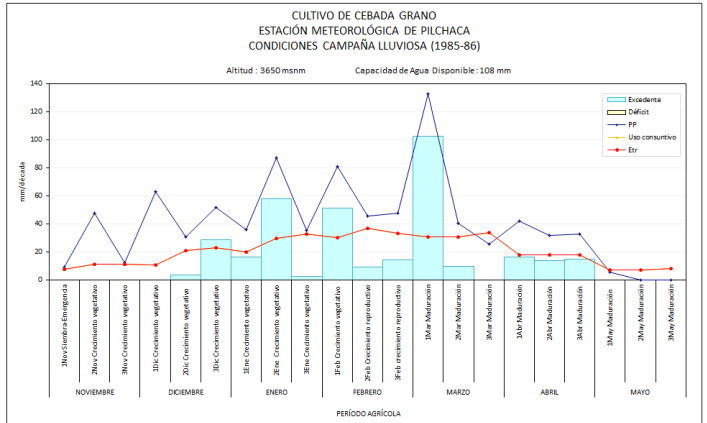
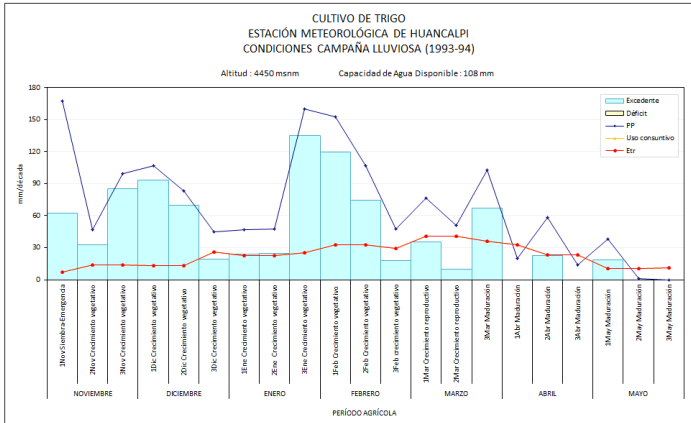


Fuente: Elaboración SENAMHI

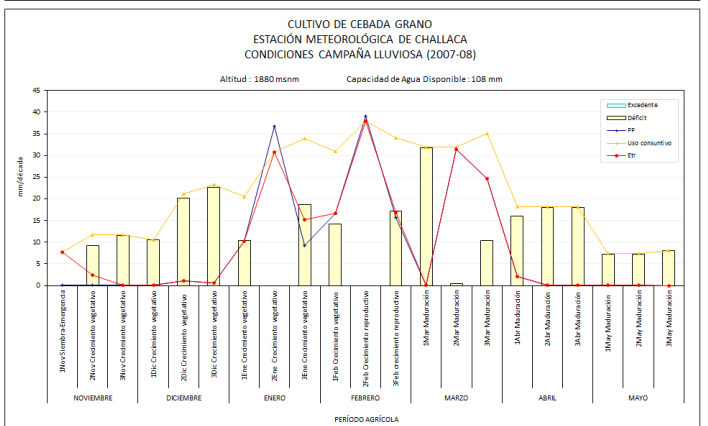
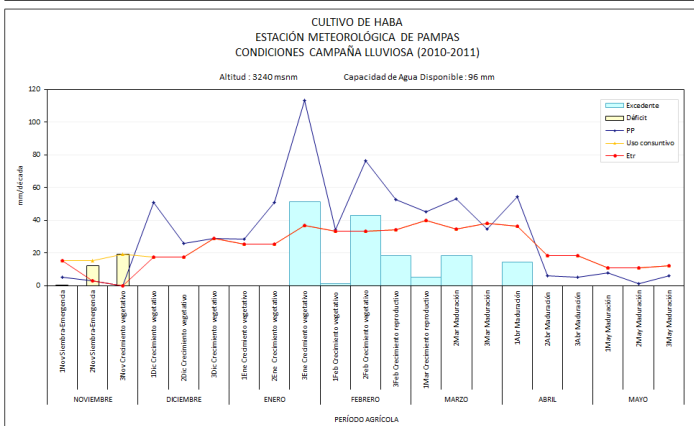
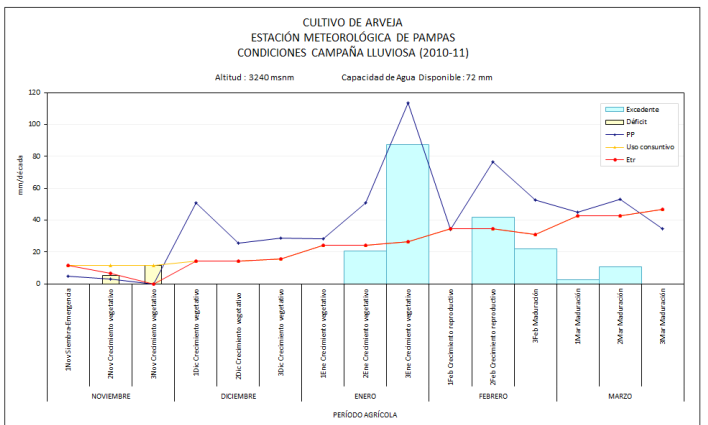
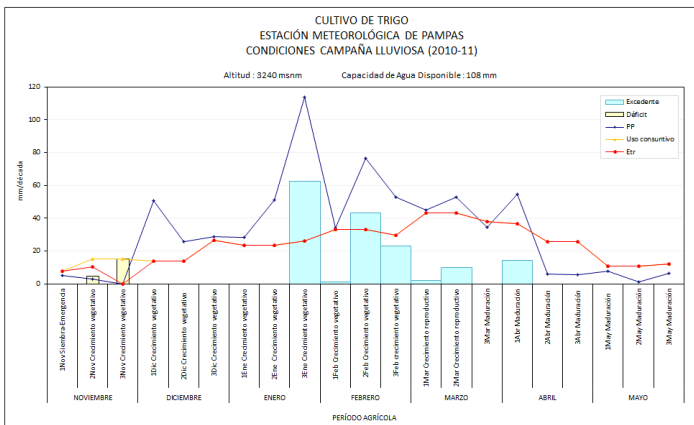
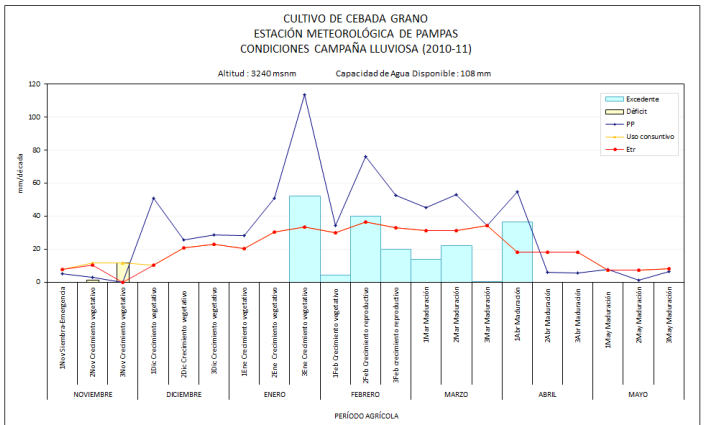
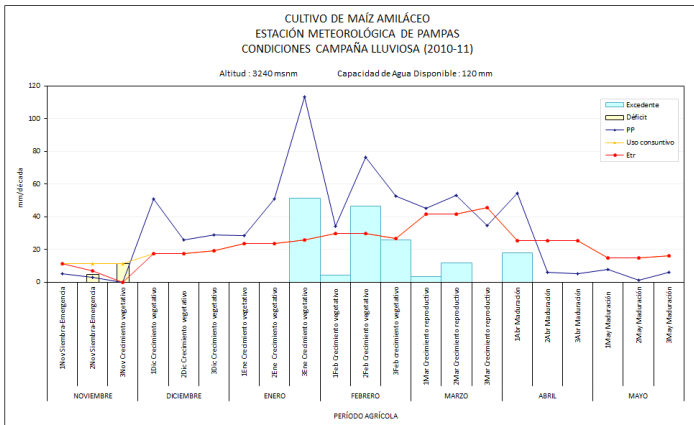
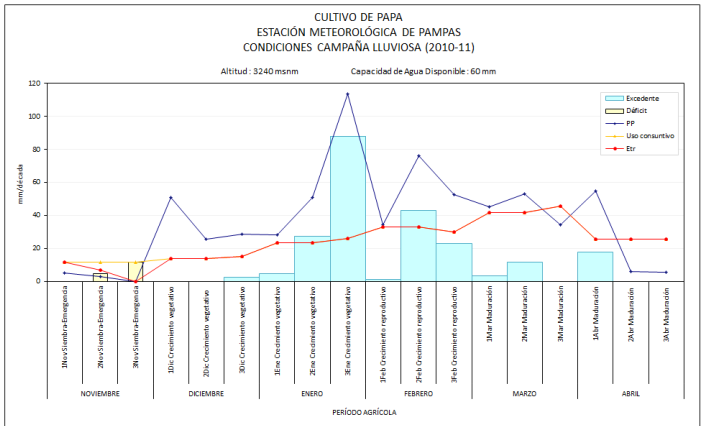
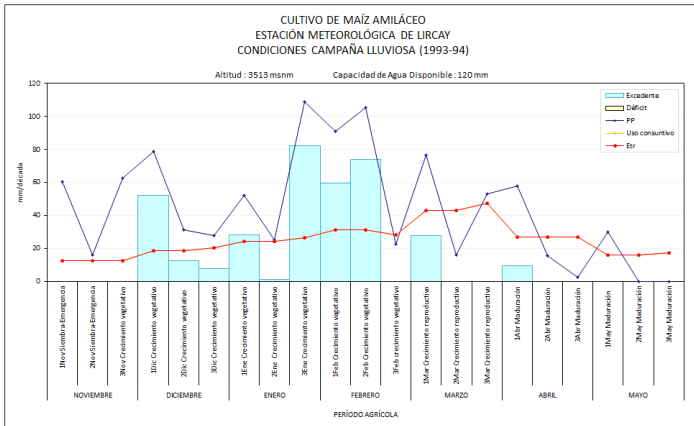
## Anexo 2. Balance hídrico para los cultivos priorizados en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica, bajo condiciones lluviosas



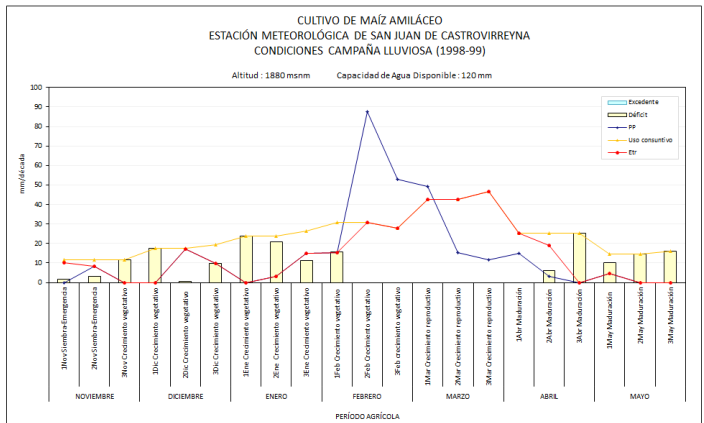
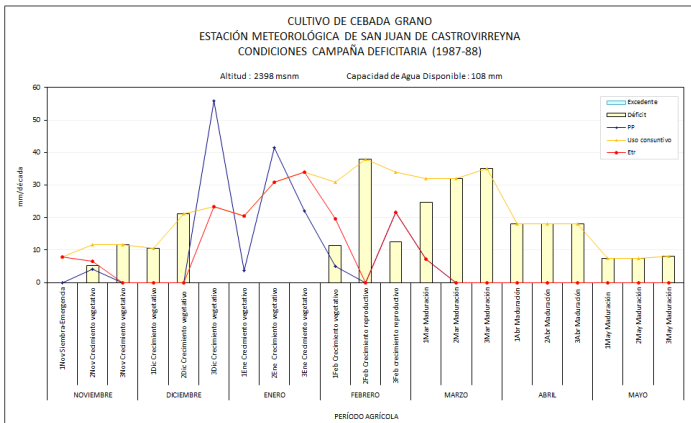
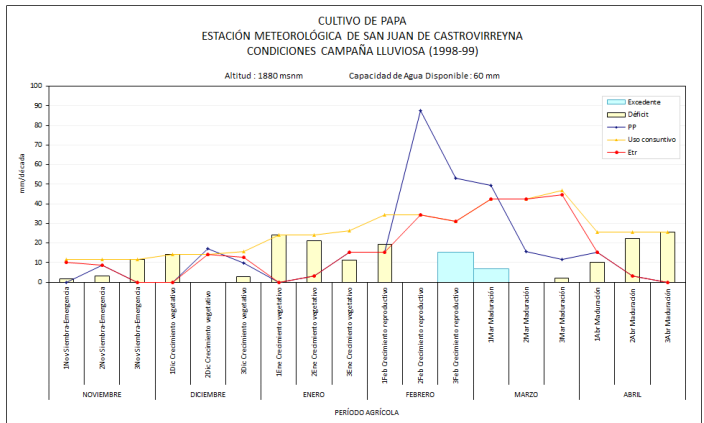
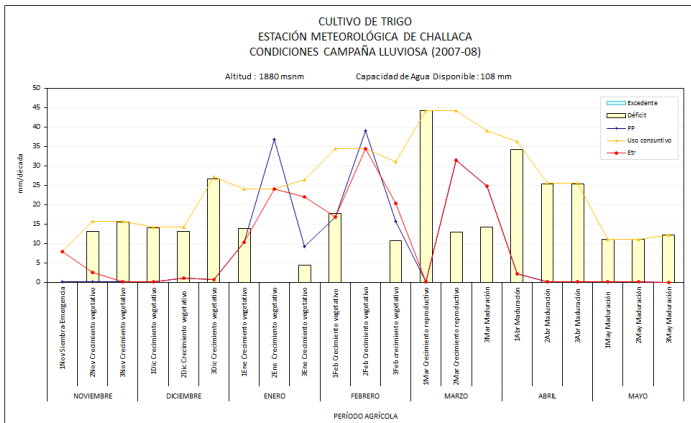
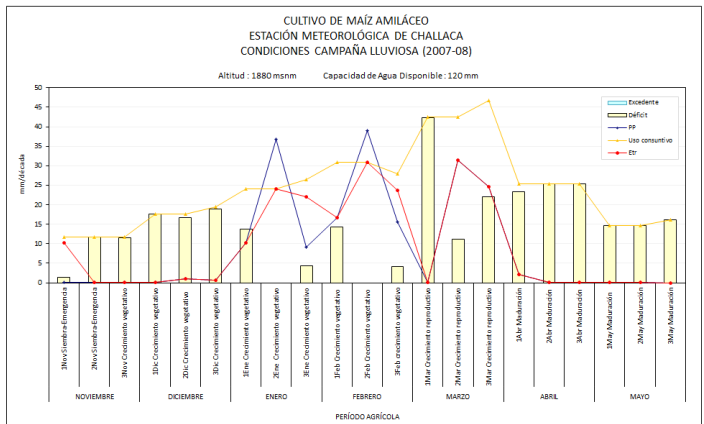
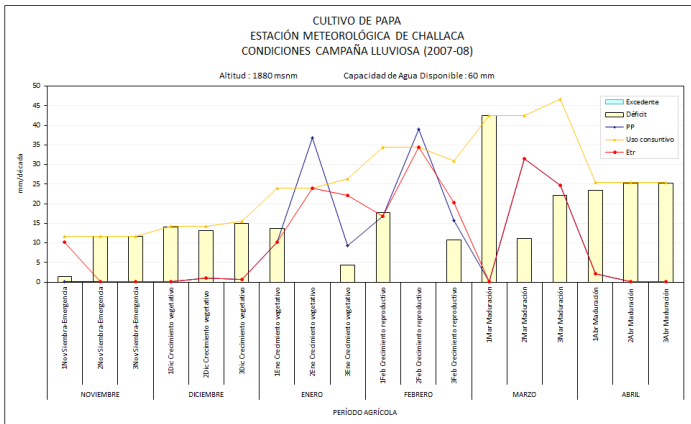




Fuente: Elaboración SENAMHI



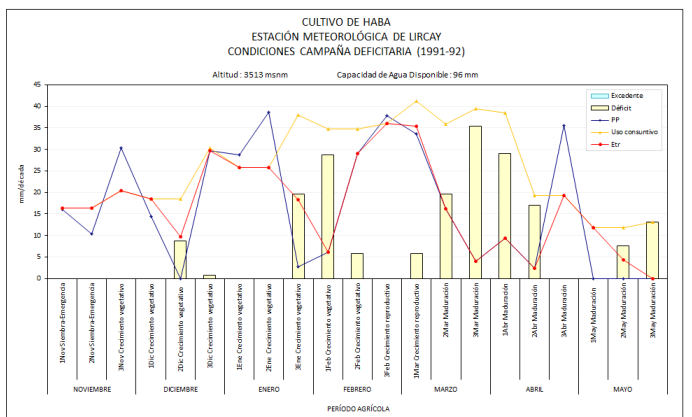
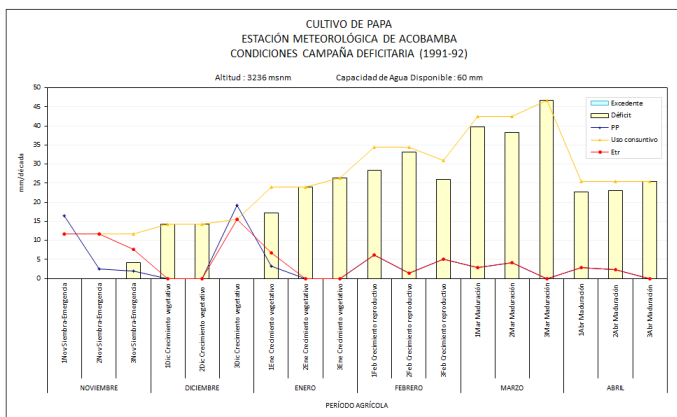
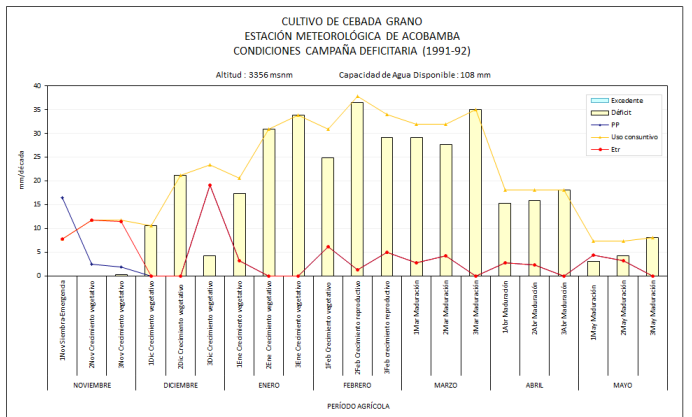
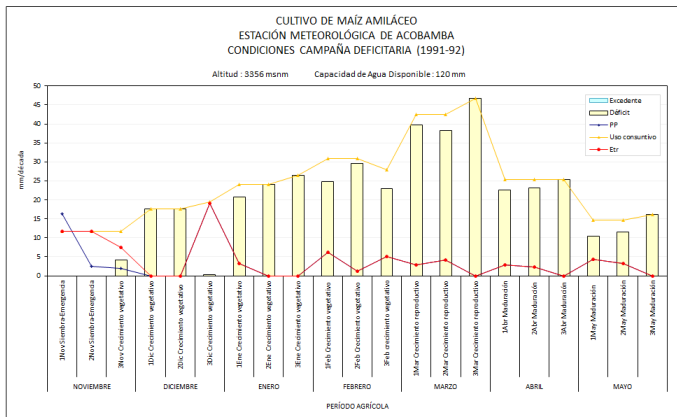
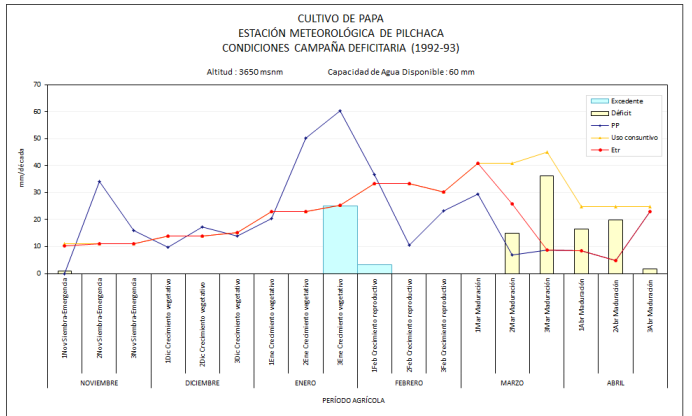
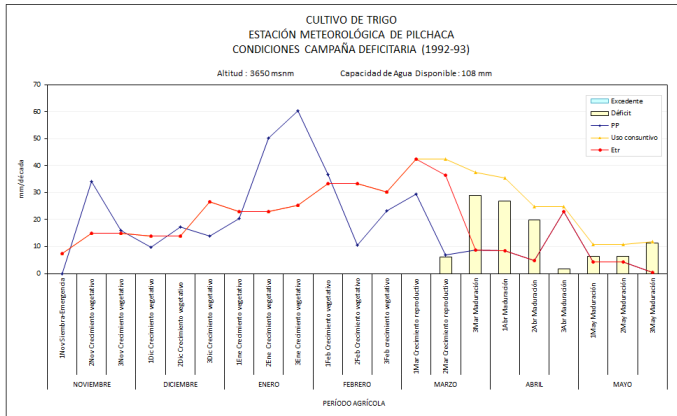
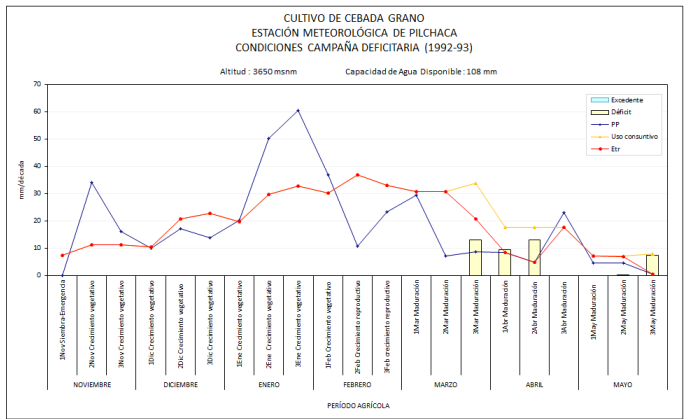
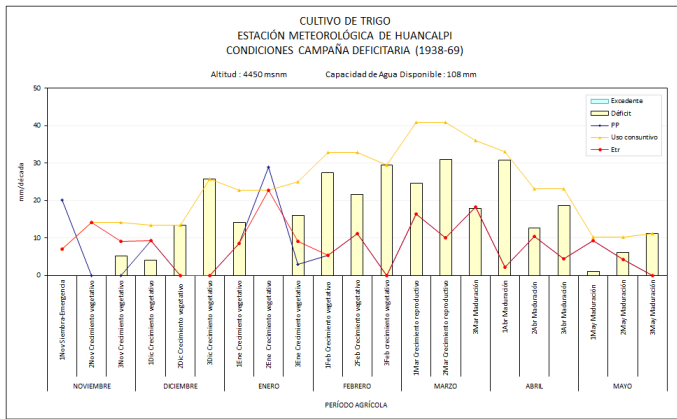
Fuente: Elaboración SENAMHI



Fuente: Elaboración SENAMHI

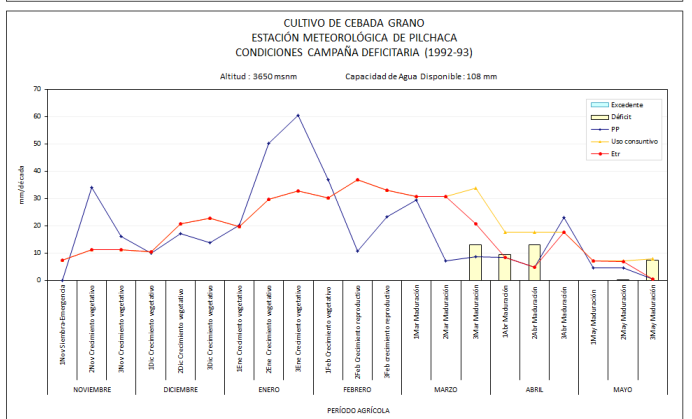
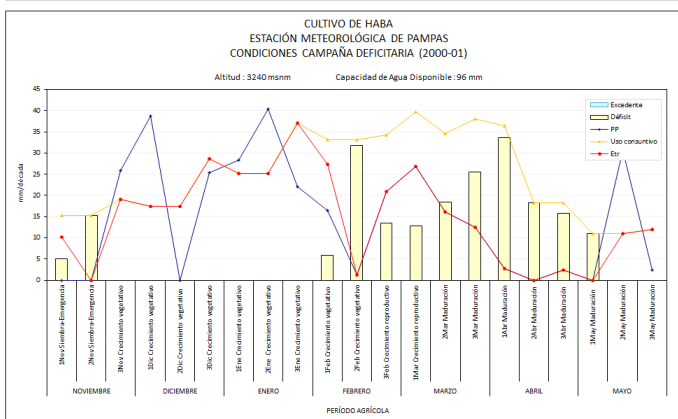
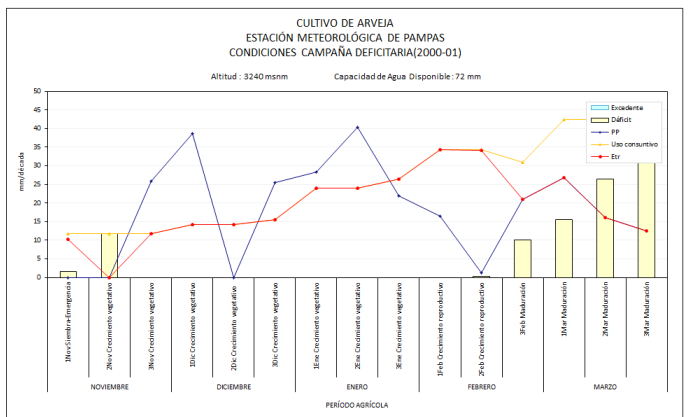
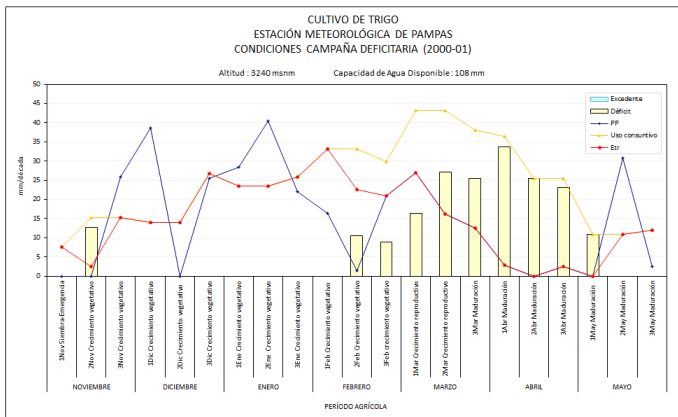
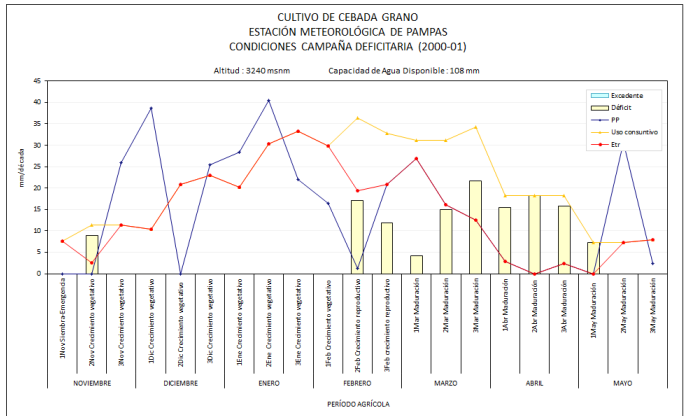
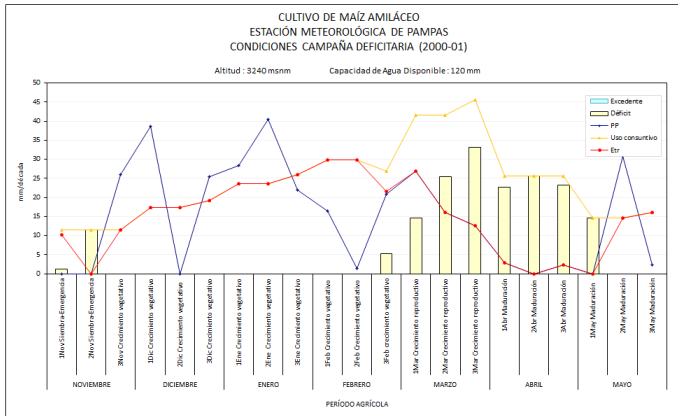
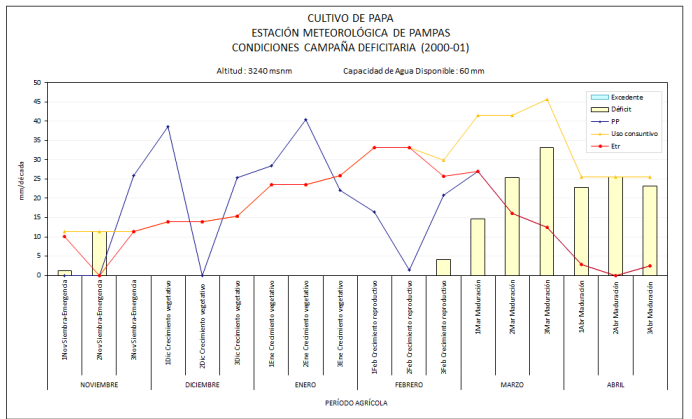
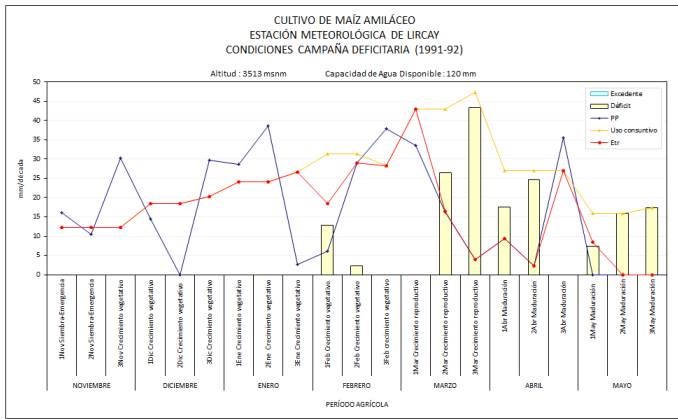
### Anexo 3. Balance hídrico para los cultivos priorizados en estaciones representativas del Departamento de Huancavelica, bajo condiciones deficitarias



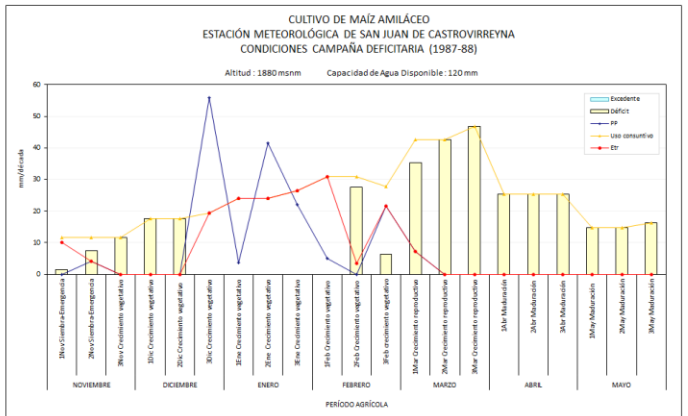
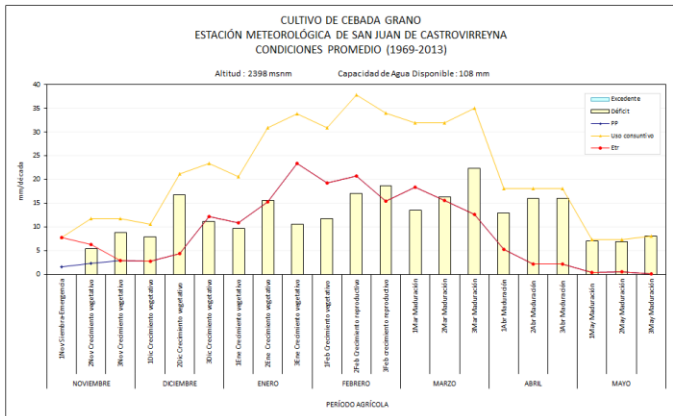
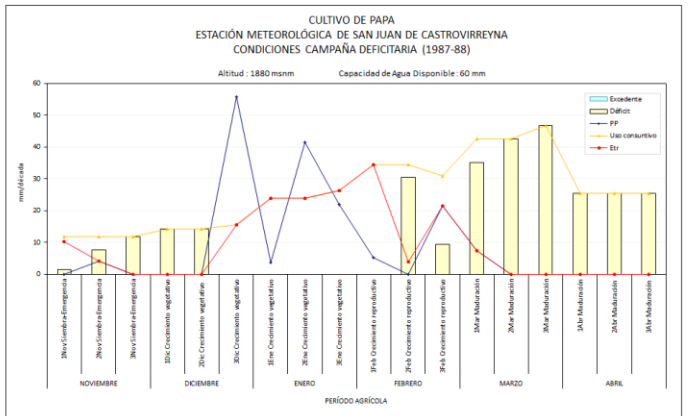
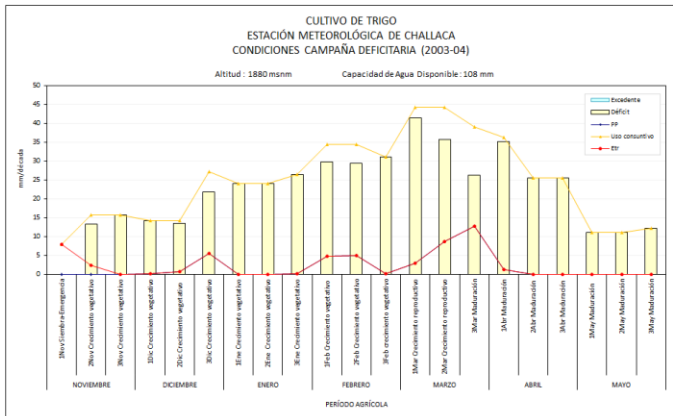
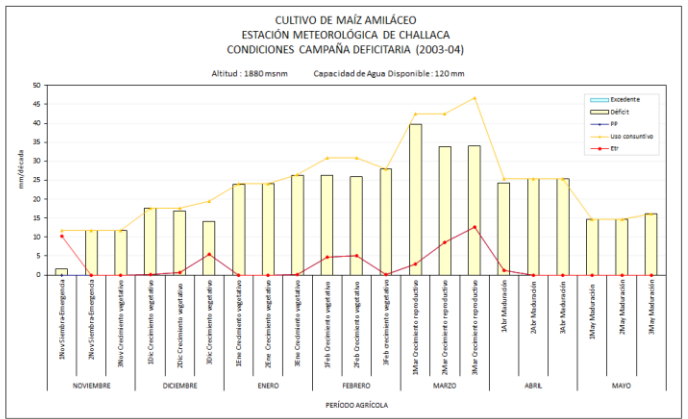
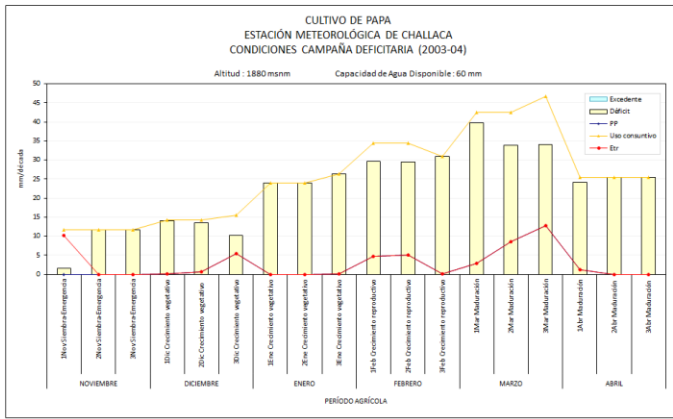


Fuente: Elaboración SENAMHI





Fuente: Elaboración SENAMHI



Fuente: Elaboración SENAMHI